taifas

taofizica

o paralelă între fizica modernă şi mistica orientală

fritjof capra

EDITURA TEHNICA

fritjof capra

A obținut doctoratul la Universitatea din Viena;

A desfășurat cercetări în fizica de înaltă energie la mai multe universități din Europa și America.

A scris și a ținut prelegeri despre implicațiile filosofice ale științei moderne;

Este autorul mai multor volume, printre care: *The Turning Point*, *The Web of Life*, *Hidden Connections* și *The Tao of Physics*, un bestseller internațional care s-a vândut în peste jumătate de milion de exemplare și a fost tradusă în peste zece limbi;

În prezent este director la Centrul pentru Alfabetizare Ecologică din Berkeley, California; locuiește în Berkeley împreună cu soția și fiica sa.

fritjof capra

taofizica o paralelă între fizica modernă și mistica orientală

ediția a III-a

traducere din limba engleză:
doina țimpău

București, 2004

Ediția originală:
The Tao of Physics
An exploration of the parallels between modern physics and Eastern mysticism, by Fritjof Capra
ediția a III-a, Flamingo, 1992
Copyright © Fritjof Capra 1975, 1983, 1991
All rights reserved.

Ediția în limba română:
Copyright © 2004 S.C. Editura TEHNICĂ S.A.
Toate drepturile asupra acestei ediții sunt rezervate editurii.

Adresă: **S.C. Editura TEHNICĂ S.A.**
Str. Olari, nr. 23, sector 2
Bucureşti, România
cod 024056

www.tehnica.ro

coordonatorul colecției
roman**chirilă**

coperta colecției
floriana**bălan**

coordonator editorial
adina**lonescu**

coordonator tehnic
florin**gealapu**

layout & pre-press
cătălina**măgureanu**

procesare pc
margareta**chilim**

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României
CAPRA, FRITJOF
Taofizica: o paralelă între fizica modernă şi mistica orientală / Fritjof Capra; trad.: Doina Ţimpău. - Ediția a III-a, rev.
Bucureşti: Editura Tehnică, 2004
Bibliog.
ISBN 973-31-2228-9

I. Ţimpău, Doina (trad.)
53

cuprins

Prefață la prima ediție 7
Prefață la ediția a doua 11

I. CALEA FIZICII 16

1. Fizica modernă – calea sufletului? 17
2. A cunoaşte, a vedea 27
3. Dincolo de limbaj 45
4. Noua fizică 53

II. CALEA MISTICĂ 84

5. Hinduismul 85
6. Budismul 93
7. Gândirea chineză 101
8. Taoismul 111
9. Filosofia Zen 117

III. PARALELISME 124

10. Unitatea tuturor lucrurilor 125
11. Dincolo de lumea contrariilor 139
12. Spațiu-timp 157
13. Universul dinamic 187
14. Vid şi formă 205
15. Dansul cosmic 221
16. Simetria de quark, un nou *koan*? 243
17. Structuri ale schimbării 255
18. Întrepătrunderea 281

Epilog 299
Noua fizică revizuită – Postfață 305
Note 319
Bibliografie 331

Este probabil un adevăr general acela că în istoria spiritualităţii, cele mai remarcabile progrese se produc la confluenţa a două curente de gândire. Acestea îşi pot avea originea în culturi, epoci sau tradiţii religioase diferite, dar în măsura în care între ele se stabileşte un contact, ne putem aştepta la transformări fascinante.

Werner Heisenberg

Mulţumiri

Autorul şi editorii îşi exprimă întreaga lor gratitudine pentru acordul de a reproduce ilustraţiile din această carte următorilor:
Lawrence Berkeley Laboratory;
M.I.T. Press, Cambridge, Massachusetts;
Nordisk Pressefoto; Copenhagen;
CERN; Gunvor Moitessier;
Estate of Eliot Elisofon;
Mrs. Nasli Heeramaneck;
Benjamin Rowland jr.; The Asia Society, New York;
Daisetz T. Suzuki, Bolingen Foundation, Princenton University Press.

prefață la prima ediție

Cu cinci ani în urmă am trăit o experiență care m-a determinat să o apuc pe un anumit drum şi care a condus la redactarea acestei lucrări. Mă aflam pe malul oceanului într-o după-amiază de vară târzie, priveam valurile rostogolindu-se şi-mi ascultam propria respirație când, deodată, am avut revelația întregului meu univers angajat într-un dans cosmic gigantic. Fiind fizician, ştiam că nisipul, pietrele, apa şi aerul din jurul meu sunt formate din molecule şi atomi în vibrație, iar acestea la rândul lor, din particule care interacționează producând sau distrugând alte particule. Ştiam, de asemenea, că atmosfera terestră este permanent bombardată de fascicule de „raze cosmice", particule de mare energie care suferă multiple ciocniri. Toate acestea îmi erau familiare din cercetările mele în fizica energiilor înalte, dar până în acel moment le receptasem numai la nivelul graficelor, diagramelor şi teoriilor fundamentate matematic. Acolo, pe acea plajă, experiența mea trecută se însufleți; am „văzut" cascade de energie revărsându-se din spațiul în care particulele erau create şi distruse ritmic; am „văzut" atomii elementelor şi pe aceia ai

propriului meu corp prinşi în dansul cosmic al energiei; i-am simţit ritmul şi i-am „auzit" muzica şi în acel moment am ştiut că acesta era Dansul lui Shiva, *zeul dansatorilor, cel divinizat de hinduşi.*

Am petrecut mulţi ani desăvârşindu-mi studiile de fizică şi am fost implicat alţi câţiva ani în munca de cercetare. În acelaşi timp am ajuns să mă interesez de mistica orientală şi să constat asemănările acesteia cu fizica modernă. Mă fascinau mai ales enunţurile paradoxale din Zen care-mi aminteau de paradoxurile teoriei cuantice. La început, a face legătura între ele era un exerciţiu pur intelectual. Depăşirea prăpastiei care exista între gândirea raţională, analitică şi experienţa meditaţiei asupra adevărului mistic a fost şi este, încă, foarte dificilă pentru mine.

La început am fost ajutat de „ierburile care dau putere", cele care dau libertate gândului să zboare; ele mi-au arătat cum starea de clarviziune se instalează de la sine, fără efort, izvorând din adâncurile conştiinţei. Îmi amintesc prima experienţă de acest fel. Venind după ani de exerciţiu al gândirii raţionale, a fost atât de copleşitoare încât m-a făcut să izbucnesc în lacrimi şi să încerc apoi, ca şi Castaneda, să prind în cuvinte revărsarea de impresii.

Mai târziu a venit experienţa Dansului lui Shiva. *A fost urmată de experienţe similare care m-au ajutat treptat să înţeleg că viziunea asupra lumii pe care o conturează fizica modernă este în acord cu aceea care străbate din străvechea înţelepciune orientală. De-a lungul anilor am păstrat pe hârtie multe observaţii şi am scris câteva articole despre conexiunile pe care le descopeream până când mi-am rezumat experienţa în această carte.*

Cartea se adresează cititorilor interesați de mistica orientală și care nu au neapărat cunoștințe de fizică. Am încercat să prezint principalele concepte și teorii ale fizicii moderne fără să fac apel la formule matematice sau la limbajul tehnic; totuși, unele paragrafe pot încă să pară cititorilor complet nefamiliarizați cu fizica, dificil de receptat la o primă lectură. Noțiunile tehnice de care am fost nevoit să fac uz sunt bine definite acolo unde apar pentru prima dată.

Sper, de asemenea, să se afle printre cititorii acestei cărți și fizicieni interesați de epistemologie și care n-au luat contact încă cu filosofiile religioase ale Orientului. Ei vor constata că mistica orientală oferă celor mai avansate teorii cadrul filosofic adecvat.

În ceea ce privește conținutul lucrării, cititorul ar putea acuza o lipsă de echilibru în tratarea gândirii științifice și a celei mistice. Pe măsură ce va avansa în lectură s-ar putea să constate progrese în înțelegerea aspectelor științifice, dar nu și a celor legate de mistica orientală. Fenomenul e inevitabil de vreme ce experiența mistică este, mai presus de toate, o experiență ce nu se poate învăța din cărți. Se poate ajunge la o receptare mai profundă a tradiției mistice numai luând decizia de a ne implica activ în ea. Nu pot decât să sper că această carte vă va demonstra că nu aveți decât de câștigat dintr-o asemenea experiență.

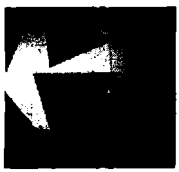
În timpul redactării acestei lucrări, propria mea înțelegere a modului de gândire oriental 's-a aprofundat. Pentru aceasta sunt profund recunoscător lui Phiroz Mehta care mi-a relevat multiple aspecte ale misticii indiene și lui Liu Hsiu Ch'i, maestrul meu Tâai Chi care m-a inițiat în taoism.

Mi-ar fi imposibil să amintesc numele tuturor acelora care – oameni de ştiinţă, artişti, studenţi, prieteni – m-au ajutat prin conversaţii stimulative să-mi formulez ideile. Datorez, totuşi, mulţumiri speciale lui Graham Alexander, Jonathan Ashmore, Stratford Caldecott, Lyn Gambles, Sonia Newby, Ray Rivers, Joel Scherk, George Sudarshan şi, nu în ultimul rând, lui Ryan Thomas.

În sfârşit, sunt profund îndatorat doamnei Pauly Bauer-Yunhof din Viena pentru generosul său sprijin financiar de care am beneficiat atunci când aveam mai multă nevoie.

Fritjof Capra

Londra, decembrie 1974



prefață la ediția a doua

Această carte a fost publicată într-o primă ediție în urmă cu 7 ani şi a fost rezultatul unei experiențe trăite, aşa cum s-a arătat în prefață, cu 10 ani în urmă. Mi se pare, deci, necesar să adresez cititorilor acestei noi ediții câteva cuvinte despre ceea ce s-a petrecut în aceşti ani – cu cartea, cu lumea ştiințifică şi cu mine.

Când am descoperit legăturile dintre concepțiile fizicienilor şi cele ale misticilor la care se făcuseră deja aluzii fără a fi însă niciodată cu adevărat explorate, am avut impresia că nu fac altceva decât să dezvălui adevăruri banale, şi uneori, în timp ce scriam cartea, mi se părea chiar că e scrisă mai curând prin mine decât de mine. Evenimentele care au urmat mi-au confirmat presentimentele. Cartea a fost primită cu entuziasm în Marea Britanie şi în Statele Unite. Deşi a beneficiat de publicitate minimă, s-a vorbit mult despre ea şi acum e reeditată în zeci de ediții în toată lumea.

Reacția lumii ştiințifice a fost, aşa cum era de aşteptat, mai reținută; dar şi aici creşte interesul pentru implicațiile filosofice ale ştiinței secolului al XX-lea. Refuzul unora dintre oamenii de ştiință de a accepta asemănările profunde dintre conceptele lor şi acelea ale misticilor nu surprinde deloc, de vreme ce – afirmație

valabilă cel puţin pentru Occident – mistica a fost în mod eronat asociată cu misterul, ambiguitatea şi cu atitudinea antiştiinţifică. Din fericire lucrurile se schimbă astăzi. Cum de gândirea orientală a început să se intereseze un număr tot mai însemnat de oameni, iar meditaţia nu mai e privită cu suspiciune sau ridiculizată, mistica începe să fie luată în serios de comunitatea ştiinţifică.

Succesul cărţii a avut un puternic impact asupra vieţii mele. În ultimii ani am călătorit mult, am ţinut conferinţe care au fost audiate de profesionişti şi neprofesionişti şi am discutat despre implicaţiile „noii fizici" cu oameni de toate profesiile. Aceste discuţii m-au ajutat enorm să înţeleg contextul cultural în care se înscrie marele interes faţă de mistica orientală, interes care a început să se manifeste în Occident în ultimele decenii. Acum privesc acest interes ca pe o componentă a mult mai complexei tendinţe de a contracara dezechilibrul specific culturii noastre, un dezechilibru care se manifestă în modul nostru de gândire, în sentimente, în sistemul nostru de valori, în structurile sociale şi politice. Conceptele de yin *şi* yang *mi se par potrivite pentru a descrie dezechilibrul cultural. Cultura noastră a favorizat în mod constant valorile şi atitudinile* yang *– masculine şi le-a neglijat pe cele complementare* yin *– feminine. Am promovat afirmarea individului în defavoarea integrării, analiza în defavoarea sintezei, raţiunea în defavoarea intuiţiei, ştiinţa în defavoarea religiei, competiţia în defavoarea cooperării, expansiunea în defavoarea conservării ş.a.m.d. Această dezvoltare unilaterală a atins acum un stadiu alarmant, o criză la nivel social, ecologic, moral şi spiritual.*

Cu toate acestea, suntem martorii începutului unei evoluţii extraordinare ce pare să ilustreze dictonul chinez

care spune că „atunci când yang a atins apogeul, el se retrage pentru a face loc lui yin". Anii '60 – '70 au generat mişcări sociale care converg toate în aceeaşi direcţie. Preocuparea crescândă pentru ecologie, interesul faţă de mistică, afirmarea mişcărilor feministe şi redescoperirea medicinei tradiţionale sunt toate manifestări ale aceleiaşi tendinţe de evoluţie. Toate urmăresc să contrabalanseze supra-accentuarea valorilor şi atitudinilor raţionale, masculine şi să restabilească echilibrul între aspectele feminine şi masculine ale naturii umane. Astfel, conştiinţa armoniei dintre viziunea datorată fizicii moderne şi viziunea misticii orientale asupra lumii ne apare ca parte integrantă a unei profunde transformări culturale ce conduce la un nou mod de a concepe a realitatea, care va determina restructurarea sistemului nostru de gândire, de valori şi percepţii. În cea de-a doua carte a mea, La Răscruce, *am explorat variatele aspecte şi implicaţii ale acestei transformări culturale.*

Faptul că actualele schimbări în sistemul nostru de valori vor afecta multe dintre disciplinele ştiinţifice ar putea să-i surprindă pe aceia care cred într-o ştiinţă obiectivă, ce se sustrage sistemului de valori. Dar aceasta este una din cele mai importante implicaţii ale noii fizici. Contribuţia lui Heisenberg la teoria cuantică, pe care o prezint pe larg în cuprinsul acestei cărţi, atestă clar faptul că idealul clasic de obiectivitate ştiinţifică nu mai poate fi menţinut şi că fizica modernă demolează mitul ştiinţei aflate în afara valorilor. Obiectele supuse observaţiilor oamenilor de ştiinţă sunt corelate cu schemele lor de gândire. Deşi cele mai multe dintre rezultatele cercetărilor lor nu mai depind de sistemul de valori adoptat de respectivii cercetători, cadrul mai larg în care se desfăşoară activitatea ştiinţifică nu va exclude valorile. Astfel, oamenii de

ştiinţă nu sunt răspunzători pentru studiile lor doar din punct de vedere intelectual, ci şi moral.

Din această perspectivă conexiunea dintre fizică şi mistică nu e numai foarte interesantă, dar şi foarte importantă. Ea arată că rezultatele ştiinţei moderne au deschis două cai care ne pot conduce – pentru a ne exprima în termeni extremi – spre Budha sau spre Bombă şi rămâne la latitudinea fiecărui om de ştiinţă să decidă ce cale va urma. Mi se pare că într-o epocă în care jumătate din numărul de cercetători şi ingineri lucrează în scopuri militare, irosind un imens potenţial de creativitate în realizarea de noi şi din ce în ce mai sofisticate mijloace de distrugere, importanţa căii lui Budha, „calea sufletului", n-ar putea fi supralicitată.

Prezenta ediţie a fost actualizată prin includerea celor mai recente rezultate din fizica subatomică. Am modificat anumite pasaje şi am adăugat un capitol final intitulat Noua fizică revizuită, *în care sunt expuse în detaliu ideile cele mai importante desprinse din ultimele cercetări. A fost îmbucurător pentru mine să constat că nici una nu invalidează afirmaţiile mele de acum 7 ani. Şi, de fapt, multe din aceste rezultate erau anticipate în ediţia originală. Toate acestea au confirmat convingerea care m-a determinat să scriu cartea şi anume că temele care orchestrează studiul meu comparativ vor fi mai curând reluate decât invalidate în cercetările viitoare.*

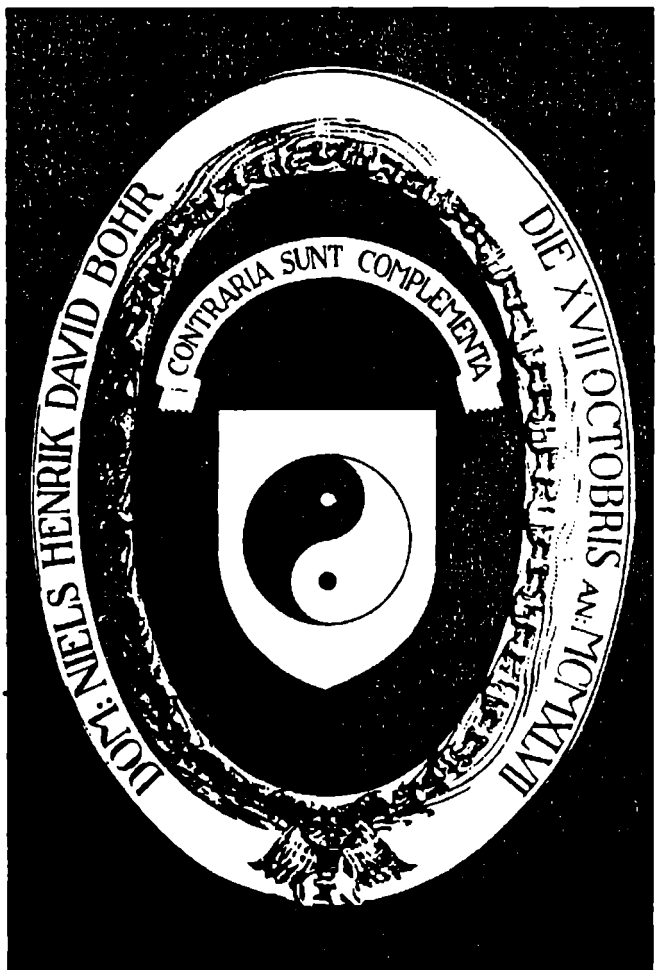
Mai mult, tezele mele sunt confirmate şi accentuate, deoarece paralela cu mistica orientală nu apare doar în fizică, ci şi în biologie, psihologie şi în alte ştiinţe. Studiind relaţia fizicii cu alte ştiinţe, am constatat că teoria sistemelor oferă cadrul care permite extinderea conceptelor specifice fizicii la alte domenii. Explorarea conceptelor teoriei sistemelor aplicată în medicină, biologie, psihologie şi în ştiinţele sociale, explorare pe care am încercat-o în cartea mea, La Răscruce, *mi-a*

demonstrat că această abordare evidenţiază în mod deosebit conexiunea dintre fizica modernă şi mistica orientală. În plus, instrumentul pe care teoria sistemelor îl oferă studiilor biologice şi psihologice permite stabilirea altor relaţii cu gândirea mistică, ce nu mai au legătură cu fizica. Acelea abordate în cea de-a doua lucrare a mea se referă la liber arbitru, viaţă şi moarte, natura vieţii, mental, conştiinţă şi evoluţie. Armonia dintre aceste concepte, aşa cum este ea exprimată în limbajul teoriei sistemelor, constituie dovada că filosofia tradiţiei mistice sau „filosofia perenă" reprezintă cadrul epistemologic cel mai adecvat pentru teoriile ştiinţifice moderne.

Fritjof Capra

Berkeley, iunie 1982

I calea fizicii



1 fizica modernă - calea sufletului?

O cale nu este decât o cale şi nu este un afront nici faţă de tine, nici faţă de alţii să o părăseşti dacă inima ta îţi cere să o faci... Priveşte fiecare cale de aproape şi în mod deliberat încearc-o ori de câte ori crezi că este necesar. Apoi întreabă-te pe tine, dar numai pe tine însuţi...are această cale un suflet? Dacă răspunsul este afirmativ, atunci calea este bună; dacă este negativ, atunci ea este inutilă.

Carlos Castaneda. Învăţăturile lui Don Juan

Fizica modernă a avut o influenţă profundă asupra cvasitotalităţii aspectelor societăţii umane. Ea a devenit baza ştiinţelor naturii, iar combinaţia dintre ştiinţă şi tehnică a modificat fundamental condiţiile de viaţă pe planeta noastră atât în sens benefic, cât şi în sens distructiv. Astăzi se poate cu greu vorbi despre o industrie care să nu facă uz de rezultatele cercetărilor din fizica atomică, iar influenţa pe care aceasta a avut-o asupra structurii politice a lumii prin intermediul armei atomice este binecunoscută. Dar influenţa fizicii moderne merge dincolo de tehnologie. Ea se extinde asupra gândirii şi culturii conducând la o revizuire a concepţiei noastre despre Univers şi despre legătura noastră cu el. Explorarea lumii atomice şi subatomice în secolul al XX-lea a relevat limitări neaşteptate ale ideilor noastre şi a necesitat o revizuire radicală a multora dintre conceptele fundamentale. Pentru exemplificare, conceptul

de materie în fizica subatomică este total diferit de conceptul tradiţional de materie din fizica clasică. Observaţia este valabilă şi pentru concepte ca spaţiu, timp, cauză şi efect. Acestea au o importanţă esenţială în concepţia noastră despre lume şi odată cu transformarea lor radicală, întreaga noastră viziune asupra lumii înconjurătoare a început să se schimbe.

Aceste schimbări produse de fizica modernă au fost comentate pe larg de fizicieni şi filosofi în ultimele decenii, dar foarte rar s-a făcut observaţia că ele par să conducă într-o direcţie şi spre o viziune extrem de apropiate concepţiei mistice orientale. Conceptele fizicii moderne demonstrează adesea existenţa unui paralelism surprinzător cu ideile exprimate de filosofiile religioase din Orientul Îndepărtat. Deşi acest paralelism nu a fost încă analizat pe larg, el a fost pus în evidenţă de câţiva dintre marii fizicieni ai secolului atunci când, în timpul turneelor de conferinţe în India, China şi Japonia, au venit în contact cu culturile orientale. Următoarele trei citate servesc ca exemple în acest sens:

> *Noţiunile generale despre cunoaştere... ilustrate prin descoperirile din fizica atomică nu ne sunt complet necunoscute sau noi. Ele au un trecut chiar în cultura noastră, iar în folosofiile hinduistă şi budistă un rol mai important şi un loc central. Ceea ce vom descoperi noi nu va fi decât o exemplificare, o încurajare şi o rafinare a vechii înţelepciuni.*[1]
>
> (Julius Robert Oppenheimer)

> *Pentru a trasa o paralelă la lecţia teoriei atomice trebuie să ne întoarcem la acele probleme epistemologice cu care gânditori ca Budha şi Lao Tse se confruntaseră în încercarea de a armoniza poziţia noastră de actori–spectatori în marea dramă a existenţei.*[2]
>
> (Niels Bohr)

> *Cea mai importantă contribuţie la fizica teoretică venită din Japonia după al doilea război*

mondial stă în indicarea unei anumite relaţii între ideile filosofice ale Orientului îndepărtat şi substanţa filosofică a teoriei cuantice.[3]

(Werner Heisenberg)

Scopul acestei cărţi constă în explorarea relaţiilor dintre concepţiile fizicii moderne şi ideile fundamentale ale tradiţiilor filosofice şi religioase din Extremul Orient. Vom vedea cum cele două fundamente ale fizicii secolului al XX-lea, teoria cuantică şi teoria relativităţii, ne obligă să privim lumea într-o manieră foarte apropiată de aceea a hinduşilor, budiştilor şi taoiştilor şi cum similitudinile acestea devin şi mai pronunţate când se analizează încercările recente de a combina cele două teorii pentru a putea descrie fenomenele din lumea submicroscopică, proprietăţile şi interacţiile particulelor subatomice din care se constituie materia. În acest domeniu paralelele între fizica modernă şi mistica orientală au un impact şi mai puternic şi, vom întâlni adesea afirmaţii pe care nu vom şti cu să le atribuim – fizicienilor sau misticilor orientali.

Când mă refer la „mistica orientală" mă refer la filosofiile religioase ale hinduismului, budismului şi taoismului. Deşi acestea comprimă un număr mare de discipline spirituale subtil corelate, caracteristicile de bază ale viziunilor lor asupra lumii sunt aceleaşi. Concepţia în discuţie nu se limitează la culturile orientale, ea se regăseşte într-o anumită măsură în toate filosofiile mistice. De aceea, argumentaţia acestei cărţi ar putea fi desemnată mai general spunând că fizica modernă ne conduce spre o concepţie despre lume care este foarte apropiată de viziunile misticilor tuturor timpurilor şi tradiţiilor. Tradiţia mistică este prezentă în toate religiile şi elemente mistice pot fi găsite la multe din şcolile filosofice occidentale. Asemănări cu fizica modernă nu apar numai în *Vedele hinduiste*, în *I Ching* sau în *Sutrele* budiste, ci şi în scrierile lui Heraclit, în *Sufismul* lui Ibn Arabi sau în învăţăturile vrăjitorului *yaqui* Don Juan. Diferenţa dintre mistica orientală şi cea occidentală constă în faptul că şcolile mistice au jucat întotdeauna un rol marginal în Vest, în timp ce în Est ele au constituit curentul religios şi filosofic

principal. De aceea, în continuare mă voi referi pentru simplitate la „viziunea orientală asupra lumii" şi numai ocazional voi menţiona alte surse.

Dacă fizica de astăzi determină un mod esenţialmente mistic de a concepe lumea, ea nu face decât să se întoarcă, într-un fel, în urmă cu 2500 de ani. Este interesant de urmărit evoluţia în spirală a ştiinţei occidentale, începând de la filosofia mistică a grecilor, crescând şi afirmându-se prin dezvoltarea tehnicii raţionamentului şi depărtându-se astfel tot mai mult de originile sale mistice pentru a elabora o concepţie asupra lumii ce contrastează puternic cu aceea a Orientului Îndepărtat. În stadiul său actual, ştiinţa Occidentului depăşeşte însă această concepţie şi se întoarce la cele ale vechilor greci şi ale filosofiilor orientale. De această dată, însă, nu se mai bazează doar pe intuiţie, ci şi pe experimente sofisticate şi de înaltă precizie, pe un formalism matematic riguros şi bine închegat.

Originile fizicii, ca ale tuturor ştiinţelor Occidentului, se află în prima perioadă a filosofiei grecilor – secolul al VI-lea î.Hr. – într-o cultură în care ştiinţa, filosofia şi religia nu erau separate. Filosofii aparţinând şcolii din Milet nu operau asemenea distincţii. Scopul lor era să găsească esenţa sau adevărul tuturor lucrurilor, pe care îl numeau *physis*. Din acest cuvânt grecesc derivă termenul „fizică" şi la început el desemna efortul de căutare a esenţei lucrurilor.

Dar acesta este în acelaşi timp ţelul suprem al tuturor misticilor şi filosofia şcolii din Milet avea un pronunţat caracter mistic. Adepţii ei aveau să fie numiţi de către urmaşi „hilozoiţi" sau „cei care cred că natura este însufleţită" pentru că nu făceau distincţie între ceea ce este însufleţit şi ceea ce nu este însufleţit, între spirit şi materie. Nici nu desemnau materia printr-un termen specific, căci vedeau în toate formele de existenţă manifestări ale *physis*-ului dăruite cu viaţă şi spiritualitate. Astfel, Thales declara că toate lucrurile sunt îndumnezeite, iar Anaximandru vedea Universul ca pe un organism animat de „pneuma", respiraţia cosmică, aşa după cum organismul uman este menţinut în viaţă prin respiraţia aerului.

Concepția monadică şi organică a filosofilor şcolii din Milet era foarte apropiată de aceea datorată filosofiei indiene şi chineze antice; asemănările care ies la iveală când se compară viziunile misticilor orientali cu concepția filosofică a lui Heraclit din Efes sunt şi mai puternice. Heraclit credea într-o schimbare perpetuă a lumii, într-o „devenire" eternă. Pentru el existența statică este iluzie iar principiul universal este focul, un simbol pentru curgerea continuă şi permanenta schimbare a lumii. Heraclit consideră că toate aceste schimbări îşi au izvor în jocul dinamic, ciclic al contrariilor care formează o unitate. Această entitate unică, ce conține şi transcende forțele contrare, el o numeşte Logos.

Divizarea acestei unități a început cu şcoala eleată care a statuat un Principiu Divin aflat deasupra tuturor zeilor şi oamenilor. La început acest principiu a fost identificat cu unitatea Universului, dar mai târziu a fost privit ca o zeitate definită şi inteligentă care conduce lumea. Aşa a luat naştere un curent filosofic care a condus în cele din urmă la separarea spiritului de materie, la dihotomia devenită caracteristică gândirii occidentale.

Un pas important în această direcție a fost făcut de Parmenide a cărui concepție se află în opoziție cu concepția lui Heraclit. Principiul său de bază, *Ființa*, este unic şi indivizibil. El consideră transformarea imposibilă şi susține că schimbările pe care le percepem nu sunt decât iluzii datorate simțurilor. Conceptul său de substanță indestructibilă condensată în forme cu proprietăți diferite a devenit unul din conceptele fundamentale ale gândirii occidentale.

În secolul al V-lea î.Hr. filosofii greci au încercat să depăşească contradicția dintre viziunile lui Parmenide şi Heraclit. În dorința de a concilia Ființa imuabilă a lui Parmenide cu Eterna Devenire a lui Heraclit, ei au admis că Ființa se manifestă în forme imuabile ale căror combinație şi separare generează transformarea. Aceasta a condus la conceptul de atom ca unitate indivizibilă a materiei, concept care şi-a găsit expresia cea mai clară în filosofia lui Leucip şi Democrit. Filosofii atomişti greci delimitează ferm spiritul de materie şi consideră că materia este formată din atomi – cele

mai mici „cărămizi" constituente. Atomii sunt particule complet pasive care se deplasează în vid. Cauza mişcării lor nu este explicată, dar este adesea asociată unor forţe externe de origine spirituală, fundamental diferită de materie. În secolele următoare această imagine a devenit elementul esenţial al gândirii occidentale, al dihotomiei spirit–materie, corp–suflet.

Pe măsură ce se prefigura ideea divizării spirit–materie, filosofii şi-au concentrat atenţia mai curând asupra spiritului decât asupra materiei, asupra sufletului şi problemelor eticii. Acestea sunt problemele care au preocupat filosofia Occidentului timp de peste două mii de ani după epoca de maximă înflorire a culturii antice greceşti (secolele al V-lea şi al IV-lea î.Hr.). Sistemul filosofic antic a fost sintetizat de Aristotel, care a creat sistemul ce va constitui cadrul concepţiei occidentale asupra lumii pentru mai mult de două milenii. Dar Aristotel însuşi considera că problematica ce priveşte spiritul şi contemplarea perfecţiunii divine este mult mai importantă decât investigarea lumii materiale. Motivul care a făcut ca modelul aristotelic al Universului să rămână neschimbat atâta timp rezidă chiar în această lipsă de interes faţă de lumea materială şi în adeziunea Bisericii Creştine care a susţinut doctrina aristoteliană de-a lungul Evului Mediu.

Progresul ştiinţei occidentale a trebuit să aştepte până în epoca Renaşterii când oamenii au început să se elibereze de influenţa lui Aristotel şi a Bisericii şi să îşi exprime interesul faţă de natură. În a doua jumătate a secolului al XV-lea studiul naturii a fost abordat pentru prima oară în mod ştiinţific şi ideile speculative au început să fie verificate prin experienţă. Cum paralel creştea şi interesul faţă de matematică, s-a ajuns în final la formularea unor teorii ştiinţifice riguroase bazate pe experiment şi exprimate în limbaj matematic. Galileo Galilei a fost primul care a combinat cunoaşterea empirică cu matematica şi, de aceea, este considerat părintele ştiinţei moderne.

Naşterea ştiinţei moderne a fost precedată şi însoţită de o dezvoltare a gândirii filosofice care a condus la formularea dualismului extrem spirit–materie. Ea a apărut în

secolul al XVII-lea în filosofia lui Rene Descartes, a cărui concepţie despre Univers se bazează pe absoluta divizare în două lumi independente: aceea a spiritului (*res cogitans*) şi aceea a materiei (*res extensa*). Diviziunea cartezlană a permis oamenilor de ştiinţă să trateze materia ca fiind „moartă" şi complet separată de observator şi să privească lumea materială ca pe o mulţime de obiecte diferite asamblate pentru a forma o maşinărie imensă. Concepţia mecanicistă care constituie fundamentul fizicii clasice a fost elaborată şi susţinută de Newton. Începând din a doua jumătate a secolului al XVII-lea şi până la sfârşitul secolului al XIX-lea, modelul newtonian a dominat gândirea ştiinţifică: în paralel, imaginea unui Dumnezeu omnipotent care impune legea sa divină. Legile fundamentale ale naturii căutate de oamenii de ştiinţă erau acceptate ca legi ale lui Dumnezeu, invariabile şi eterne, cărora lumea li se supune.

Filosofia lui Descartes nu a constituit numai suportul pentru dezvoltarea fizicii clasice, ci a avut şi o influenţă uriaşă asupra gândirii occidentale până în epoca modernă. Dictonul *Cogito ergo sum* – „Gândesc, deci exist" (Descartes) i-a determinat pe occidentali să identifice fiinţa cu raţiunea, în loc să o identifice cu întregul organic. Consecinţă a diviziunii carteziene, cei mai mulţi indivizi se consideră eu-ri izolate în propriile lor trupuri. Spiritul este separat de corp şi are sarcina de a-l controla; astfel ia naştere conflictul aparent dintre voinţă şi instinct, dintre voluntar şi involuntar. Individul este descompus într-un număr de compartimente responsabile de talent, sentimente, credinţă, raţiune etc. şi angajate în nesfârşite conflicte care generează confuzie şi frustrare.

Această fragmentare interioară oglindeşte viziunea noastră asupra lumii „exterioare", o lume văzută de noi ca o multitudine de obiecte şi fenomene separate. Mediul natural este compus din părţi separate pe care le exploatează diverse grupuri de interese. Convingerea că toate aceste fracţiuni care ne alcătuiesc pe noi înşine, mediul înconjurător şi societatea, sunt perfect independente, se află la originea crizei sociale, ecologice şi culturale. Ea ne-a îndepărtat de natură şi de noi înşine; a produs o repartiţie injustă a

resurselor naturale, conducând la dezordini economice şi politice, la creşterea violenţei, poluarea mediului–cadru în care viaţa a devenit fizic şi psihic nesănătoasă.

Astfel, diviziunea carteziană şi viziunea mecanicistă au făcut deopotrivă servicii şi deservicii. Ele au avut succes deplin în dezvoltarea fizicii şi tehnologiei clasice, dar şi multe consecinţe dăunătoare pentru civilizaţia noastră. Fascinant cum ştiinţa secolului al XX-lea, care îşi are rădăcinile în separarea carteziană şi în modelul mecanicist şi a cărei dezvoltare a fost posibilă tocmai datorită acestor concepţii, depăşeşte acum această fragmentare şi se întoarce la ideea de unitate exprimată demult în filosofia grecească şi în mistica orientală.

Prin contrast cu viziunea occidentală mecanicistă, concepţia orientală este „organică". Pentru misticii Orientului, toate lucrurile şi toate evenimentele percepute de simţuri sunt intercorelate şi nu există, de fapt, decât manifestări, aspecte diferite ale aceleiaşi realităţi ultime. Tendinţa noastră de a fragmenta lumea perceptibilă şi de a ne gândi pe noi înşine ca ego-uri izolate în această lume este considerată o iluzie născută de mentalul nostru mereu înclinat spre evaluare şi clasificare. Filosofia budistă o numeşte *avidya* (ignoranţă) şi consideră că ea este o stare de perturbare a mentalului, stare ce trebuie depăşită:

> *Perturbarea mentalului produce multiplicitate, pacea sufletului readuce unitatea.*[4]

Deşi între numeroasele şcoli mistice orientale există diferenţe în privinţa unor detalii, toate sunt de acord asupra ideii de unitate a lumii, idee fundamentală pentru învăţăturile lor. Ţelul suprem al tuturor adepţilor – fie că sunt hinduişti, budişti sau taoişti – este de a ajunge la conştiinţa unităţii şi a interdependenţelor dintre fenomene, de a transcende conceptul de eu separat şi de a se identifica cu realitatea ultimă. Faza supremă a acestei conştiinţe – cunoscută ca „iluminare" – nu se constituie într-un simplu act intelectual, ci reprezintă o experienţă în care este implicată întreaga fiinţă, o experienţă esenţialmente religioasă. De aceea, filosofia orientală este în cea mai mare măsură o filosofie mistică.

Din punctul de vedere al orientalului diviziunea realităţii în obiecte separate nu are caracter fundamental, toate fragmentele acestei realităţi aflându-se într-o continuă şi „fluidă" transformare. Lumea, în viziunea Orientului, este intrinsec dinamică, trăsăturile ei fiind timpul şi transformarea. Cosmosul este o realitate unică, inseparabilă, în mişcare veşnică, o realitate vie, organică, spirituală şi materială în acelaşi timp.

Cum mişcarea şi transformarea sunt proprietăţi fundamentale ale fenomenelor, forţele care produc mişcarea nu se află în afara acestora, ca la filosofii clasici greci, ci reprezintă aspecte intrinseci materiei. Tot astfel, imaginea despre Divinitate a orientului nu este aceea a unui rege care conduce lumea de undeva de deasupra ei, ci a unui principiu care controlează totul dinlăuntru:

Cel care, locuind în toate lucrurile
Este altul decât lucrurile,
Pe care lucrurile nu-l ştiu,
Căruia ele îi sunt trup,
Care rânduieşte dinlăuntrul lucrurilor,
Acesta este sinele tău, rânduitorul lăuntric,
Nemuritorul.[5]

Capitolele următoare vor arăta că elementele de bază ale modului oriental de a concepe lumea sunt în acelaşi timp şi elementele de bază ale viziunii pe care o configurează fizica modernă. Ele vor să arate că gândirea orientală şi, mai general, abordarea mistică, oferă un fundament solid şi relevant din punct de vedere filosofic teoriilor ştiinţifice contemporane; o concepţie despre lume în care descoperirile ştiinţifice se pot afla în perfectă armonie cu idealul de spiritualitate şi credinţele religioase. Coordonatele principale ale acestei concepţii sunt unitatea şi intercorelarea fenomenelor şi natura esenţialmente dinamică a Universului. Cu cât pătrundem mai adânc în lumea submicroscopică, cu atât mai clar devine faptul că fizicienii, ca şi misticii din Orient, au ajuns să vadă lumea ca un sistem de componente inseparabile, în continuă interacţie şi mişcare, observatorul făcând parte integrantă din acest sistem.

Concepţia organică, „ecologică", desprinsă din filosofia orientală este, fără îndoială, motivul care a făcut ca această filosofie să capete o imensă popularitate în Vest, mai ales în rândul tinerilor. Mulţi văd în cultura occidentală încă dominată de modelul mecanicist, fragmentar, cauza alienării individului şi astfel, mulţi s-au îndreptat spre căile de eliberare oferite de mistica orientală. Este interesant şi, probabil, deloc surprinzător, faptul că cei atraşi de mistica orientală, cei care consultă *I Ching* şi practică yoga sau alte forme de meditaţie, au în general o atitudine puternic anti-ştiinţifică. Ei sunt tentaţi să vadă ştiinţa în general şi fizica, în particular, ca pe o disciplină limitată, care împiedică dezvoltarea imaginaţiei şi este responsabilă de tot răul produs de tehnologia modernă.

Această carte îşi propune să amelioreze imaginea ştiinţei demonstrând că există o perfectă armonie între înţelepciunea Orientului şi ştiinţa Occidentului. Ea doreşte să arate cititorului că fizica modernă merge dincolo de tehnologie, că drumul său – sau *Taofizica* – poate fi un drum spiritual, o cale spre cunoaştere şi spre împlinire.

2 a cunoaşte, a vedea

Din Nefiinţă poartă-mi paşii spre Fiinţă,
Din beznă poartă-mi paşii spre lumină,
Din moarte poartă-mi paşii spre nemurire!
(Brihad-Aranyaka Upanishad)

Înainte de a începe să explorăm paralelele dintre fizica modernă şi mistica orientală va trebui să răspundem la întrebarea: cum se poate compara o ştiinţă exactă exprimată în limbajul sofisticat al matematicii de astăzi cu disciplinele spirituale care se bazează în special pe meditaţie şi care insistă asupra faptului că experienţa lor nu poate fi comunicată verbal?

Ceea ce vrem să comparăm sunt afirmaţiile făcute de oamenii de ştiinţă şi de filosofii mistici în legătură cu modurile lor specifice de a cunoaşte lumea. Pentru a stabili cadrul acestei comparaţii este necesar să ne întrebăm mai întâi la ce fel de „cunoaştere" ne referim; oare călugărul budist din Angkor Wat sau Kyoto se gândeşte la acelaşi lucru când vorbeşte despre „cunoaştere" ca şi fizicianul de la Oxford sau Berkeley? În al doilea rând, ce fel de afirmaţii vom compara? Ce anume vom selecta din multitudinea de date experimentale, ecuaţii şi teorii, pe de o parte şi din scrierile religioase, miturile antice şi tratatele filosofice, pe de altă parte? Acest capitol îşi propune să clarifice două probleme: natura cunoaşterii şi limbajul în care ea este exprimată.

De-a lungul timpului s-a statuat faptul că mentalul uman este capabil de a realiza două forme de cunoaştere desemnate prin tradiţie drept cunoaştere raţională şi cunoaştere intuitivă şi care au fost asociate cu ştiinţa, respectiv religia. În Vest cunoaşterea intuitivă, religioasă este adesea desconsiderată în favoarea cunoaşterii raţionale, ştiinţifice, în timp ce în Orient atitudinea este, în general, opusă. Următoarele două afirmaţii făcute de două personalităţi din Vest şi din Orient sunt emblematice pentru atitudinile respective. Filosofului grec Socrate i se datorează celebra maximă „Ştiu că nu ştiu nimic", iar chinezului Lao Tse nu mai puţin celebra „A şti să nu ştii este cel mai bine". În Orient importanţa acordată celor două forme de cunoaştere reiese din numele care li s-au dat. În *Upanishade*, de exemplu, se vorbeşte despre o cunoaştere superioară şi o cunoaştere inferioară şi se asociază cunoaşterea inferioară cu diversele ştiinţe, iar cea superioară conştiinţei religioase. Budiştii vorbesc despre cunoaştere absolută şi relativă sau despre „adevăr condiţional" şi „adevăr absolut". Pe de altă parte, filosofia chineză accentuează complementaritatea intuiţie-raţiune şi o reprezintă prin perechea arhetipală *yin-yang* care se află la baza sistemului filosofic chinez. Au luat astfel naştere curente filosofice complementare – taoismul şi confucianismul – care au abordat fiecare câte una din cele două căi de cunoaştere.

Cunoaşterea raţională derivă din experienţă, din percepţia obiectelor şi fenomenelor care formează mediul înconjurător. Ea aparţine zonei intelectului ale cărui funcţii sunt discriminarea, divizarea, compararea, evaluarea şi clasificarea. Astfel, se creează o lume a distincţiilor, a contrariilor care nu pot exista decât una în relaţie cu alta; de aceea, budiştii numesc această cunoaştere „relativă".

Capacitatea de a abstractiza este o trăsătură fundamentală a acestei forme de cunoaştere, deoarece compararea şi clasificarea unei varietăţi imense de forme, structuri şi fenomene implică necesitatea de a selecta doar proprietăţile semnificative. Noi construim astfel o hartă a realităţii în care lucrurile sunt reduse la calităţile lor remarcabile. Cunoaşterea raţională se constituie, deci, într-un

sistem de concepte abstracte şi simboluri caracterizate printr-o structură liniară, secvenţială, tipică pentru modul nostru de a gândi şi pentru limbajul nostru. În aproape toate limbile, această structură liniară devine explicită prin utilizarea alfabetului care permite comunicarea experienţelor noastre în forma unor lungi şiruri de litere.

Dar natura este infinită şi variată, un spaţiu multidimensional în care nu există linii drepte şi nici forme perfect regulate, în care fenomenele nu se petrec secvenţial; o lume în care – după cum ne spune fizica modernă – până şi vidul este curbat. Este evident că sistemul nostru abstract de gândire conceptuală nu va putea niciodată să descrie sau să înţeleagă complet realitatea. Când gândim despre lume ne confruntăm cu aceeaşi problemă cu care se confruntă cartograful care încearcă să acopere suprafaţa Pământului cu o serie de hărţi plane. Nu ne putem aştepta decât la o reprezentare aproximativă a realităţii printr-o asemenea procedură, de aceea cunoaşterea raţională este limitată.

Zona cunoaşterii raţionale este, aşadar, zona ştiinţei care măsoară şi cuantifică, analizează şi clasifică. Limitările unei asemenea forme de cunoaştere au devenit evidente în zilele noastre, în special în fizica modernă care ne-a învăţat, prin cuvintele lui Werner Heisenberg, că „orice noţiune sau concept, oricât de clare ar fi, au numai un domeniu limitat de aplicabilitate"[1]

Pentru cei mai mulţi dintre noi este dificil să fim permanent conştienţi de limitările şi relativitatea cunoaşterii conceptuale. Datorită faptului că ne este mult mai uşor să cuprindem cu mintea reprezentarea realităţii decât realitatea însăşi, tindem să le confundăm pe acestea două şi să luăm conceptele şi simbolurile noastre drept realitate. Unul dintre ţelurile principale ale misticii orientale este acela de a elimina această confuzie. Budiştii Zen spun că degetul este necesar că să arate spre lună, dar odată luna găsită nu trebuie să ne mai sinchisim de deget; înţeleptul taoist Chuang Tse spune:

> *Ca să prinzi peşte ai nevoie de plasă; dar odată prins peştele, plasele sunt uitate; ca să prinzi iepuri trebuie să întinzi capcane; dar odată*

prinşi iepurii, capcanele sunt uitate. Este nevoie de cuvinte ca să exprimi ideile, dar odată ideile înţelese, trebuie să uiţi cuvintele.[2]

În Occident, semiologul Alfred Korzybski a exprimat aceeaşi idee prin enunţul devenit celebru „Harta nu este totuna cu teritoriul."

Misticii orientali sunt preocupaţi de experienţa directă a realităţii, care transcende atât intelectul, cât şi percepţia senzorială. În cuvintele *Upanishadelor*,

Ceea ce este neauzit, de neatins, fără formă şi netrecător,
Fără gust, neschimbător, fără miros,
Fără început şi fără sfârşit, deasupra a toate –
Percepându-L, nu mai eşti supus morţii.[3]

Cunoaşterea provenită din această experienţă este numită de către budişti „cunoaştere absolută" pentru că nu are la bază discriminări, abstracţii, clasificări – relative şi aproximative, după cum am văzut deja. Ea este – aşa ne spun budiştii – experienţa directă a acelui „ceva" nediferenţiat, nedivizat şi nedeterminat. Înţelegerea totală a acestui „ceva" nu constituie doar miezul doctrinelor mistice orientale, ci este comună tuturor formelor experienţei mistice.

Filosofii mistici orientali insistă în mod repetat asupra faptului că realitatea ultimă nu constituie obiect al raţionamentului sau al cunoaşterii bazate pe demonstraţie. Ea nu poate fi descrisă în cuvinte, căci se află dincolo de limitele simţurilor şi ale intelectului din care derivă cuvintele şi conceptele noastre. Despre ea, *Upanishadele* ne spun:

Acolo ochiul nu vede
Mintea nu pătrunde şi cuvintele nu ştiu s-o spună.
Nu putem şti, nu putem înţelege.
Cum ar putea cineva să ne înveţe?[4]

Lao Tse, care numeşte această realitate *Tao*, face aceeaşi afirmaţie în deschiderea operei sale *Tao Te Ching*: „*Tao* care poate fi rostit nu este eternul *Tao*." Faptul – pe care-l evidenţiază parcurgerea oricăror publicaţii – că omenirea nu a devenit cu mult mai înţeleaptă în ultimii două mii de ani, în ciuda dezvoltării prodigioase a cunoaşterii raţionale, constituie o dovadă a imposibilităţii de a comunica

prin intermediul limbajului, cunoaşterea absolută. Căci, aşa cum spune Chuang Tse, „De s-ar putea povesti, fiecare i-ar fi povestit fratelui său."[5]

Cunoaşterea absolută este, aşadar, o experienţă a realităţii în întregime non-intelectuală, experienţă care se naşte dintr-o stare deosebită a conştiinţei, numită stare de „meditaţie" sau stare mistică. Că o asemenea stare este posibilă nu este un fapt certificat doar de numeroşii mistici din Orient şi Occident, ci şi de cercetările psihologice. William James spunea:

> *Starea trează a conştiinţei noastre, conştiinţa raţională, cum o numim, este numai una din stările conştiinţei, printre altele, numeroase şi diferite de aceasta.*[6]

Deşi domeniul de interes al fizicienilor este constituit în principal de cunoaşterea raţională, iar pentru mistici, de cunoaşterea intuitivă, ambele forme de cunoaştere sunt abordate şi de unii şi de alţii. Faptul devine evident dacă vom căuta să vedem cum este cunoscută lumea şi cum este exprimată cunoaşterea în fizică, pe de o parte, şi în mistica orientală, pe de altă parte.

În fizică se accede la cunoaştere prin cercetarea ştiinţifică, proces care comportă trei faze. Primul stadiu constă în acumularea de date experimentale cu privire la fenomenul investigat. În stadiul al doilea, datele experimentale sunt corelate cu simboluri matematice şi se elaborează o schemă matematică ce interconectează aceste simboluri în mod riguros. O asemenea schemă se numeşte model matematic sau, dacă este foarte complexă, teorie. Pe baza teoriei se fac adesea predicţii asupra rezultatelor unor experimente viitoare, experimente ce urmează a fi efectuate spre a valida teoria. În momentul în care a elaborat un model matematic pe care ştie să-l folosească pentru a face predicţii, fizicianul poate fi satisfăcut. Dar dacă va dori să vorbească despre rezultatele obţinute unor persoane neavizate, va trebui să formuleze un model verbal care să descrie modelul matematic. Pentru fizicianul însuşi, formularea în limbaj comun a teoriei sale va constitui un criteriu pentru evaluarea gradului de înţelegere a fenomenului.

Desigur, în realitate aceste trei stadii nu sunt net separate şi nu sunt abordate în mod necesar în această ordine. Un fizician poate fi condus spre un anume model de convingerile sale filosofice de care nu se va rupe, poate, nici dacă dovezile experimentale l-ar obliga să le renege. El va încerca – şi aceasta se întâmplă, de fapt, chiar foarte des – să îşi modifice teoria astfel încât ea să reziste cu succes la noi experimente. Dar dacă în continuare experienţa va contrazice modelul său, va fi nevoit să renunţe la el.

Acest mod de abordare, în care teoria are la bază experimentul, este cunoscut sub numele de metodă ştiinţifică şi vom vedea că are contrapondere în filosofia orientală. Din această perspectivă, filosofia greacă a procedat diferit. Deşi grecii aveau idei ingenioase despre natură, care adesea se apropie foarte mult de modelele elaborate de ştiinţa modernă, marea deosebire stă în caracterul empiric al ştiinţei, caracter cu totul străin filosofiei greceşti. Grecii îşi elaborau modelele prin deducţie, pornind de la câteva axiome şi principii fundamentale şi nu prin inducţie, pornind de la observaţii. Pe de altă parte însă, este clar că raţionamentul deductiv al grecilor reprezintă un instrument esenţial în faza a doua a cercetării ştiinţifice, în faza de construire a modelului matematic riguros, deci are importanţă deosebită în ştiinţă.

Cunoaşterea raţională constituie, este drept, componenta majoră a cercetării, dar nu este totul. Ea ar fi inutilă dacă nu ar fi completată de intuiţia care oferă oamenilor de ştiinţă revelaţii şi care este răspunzătoare de creativitate. Revelaţiile apar brusc şi nu atunci când cercetătorul este aplecat asupra ecuaţiilor la care lucrează, ci atunci când se relaxează în cadă, sau printr-o plimbare în pădure, pe plajă, etc. În cursul unor asemenea perioade de relaxare care urmează unor activităţi intelectuale de maximă concentrare, intuiţia pare să preia sarcina intelectului, producând idei care clarifică problema şi constituie deliciul muncii de cercetare.

Dar descoperirile făcute pe cale intuitivă nu au nici o valoare dacă nu pot fi formulate în limbaj matematic şi însoţite de o interpretare dată în limbaj curent. Abstractizarea este crucială. Ea presupune, după cum am arătat

anterior, un sistem de concepte şi simboluri ce se constituie într-o hartă a realităţii. Această hartă conţine numai câteva aspecte caracteristice ale realităţii; nu ştim exact care sunt acestea, căci configurarea hărţii a început să se facă gradat şi fără analiză critică încă din copilărie. Termenii limbajului nostru nu sunt clar definiţi. Ei comportă mai multe semnificaţii, multe dintre ele trecând doar vag în zona conştiinţei, păstrându-se mai mult în zona subconştientului la auzul unui cuvânt.

Lipsa de precizie, caracterul ambiguu al limbajului nostru sunt extrem de adecvate poeticii, care operează cu asociaţiile şi terminologia percepute la nivelul subconştientului. Ştiinţa, în schimb, are nevoie de definiţii clare şi de asociaţii lipsite de ambiguitate; ea abstractizează limbajul limitând semnificaţia cuvintelor şi standardizându-i structura în concordanţă cu regulile logicii. Abstractizarea cea mai înaltă are loc în cadrul matematicii, unde cuvintele sunt înlocuite cu simboluri şi unde operaţia de corelare a simbolurilor este definită în mod riguros. Astfel, oamenii de ştiinţă pot condensa o cantitate de informaţie pentru exprimarea căreia ar avea nevoie de mai multe pagini de text, într-o singură ecuaţie, adică într-un şir de simboluri.

Opinia că matematica n-ar fi decât un limbaj abstract şi extrem de comprimat nu este unanim împărtăşită. Mulţi matematicieni susţin că matematica nu este numai un limbaj potrivit pentru a descrie natura, ci limbajul naturii însăşi. Cel care a afirmat pentru prima dată acest lucru a fost Pitagora, în faimosul enunţ „Lucrurile sunt numere"; el a dezvoltat o mistică a numerelor. Filosofia pitagoreică a introdus raţionamentul în domeniul religiei, un mod de abordare pe care Bertrand Russell îl consideră decisiv pentru dezvoltarea teologiei occidentale.

> *Combinarea matematicii cu teologia, care a început cu Pitagora, a caracterizat filosofia religioasă în antichitatea greacă, în Evul Mediu şi în epoca modernă până la Kant... La Platon, Sf. Augustin, Toma d'Aquino, Descartes, Spinoza şi Leibniz există un amestec de mistică şi raţionament, de aspiraţie morală şi admiraţie*

rațională a tot ceea ce este atemporal, amestec care vine de la Pitagora și care distinge teologia intelectualizantă a Europei de mistica pură a Asiei.[7]

„Mistica pură a Asiei" n-ar fi adoptat, fără îndoială, concepția matematică a lui Pitagora. În viziunea orientală, matematica, cu toată structura sa bine definită, este privită ca o componentă a hărții noastre conceptuale și nu ca esență a realității înseși. Realitatea, așa cum este ea experimentată de mistic, este complet nedeterminată și nediferențiată.

Metoda științifică de abstractizare este foarte puternică și foarte eficientă, dar avem de plătit un preț pentru ea. Pe măsură ce ne definim mai precis sistemul de concepte, pe măsură ce facem conexiuni din ce în ce mai riguroase, acest sistem se îndepărtează tot mai mult de realitate. Făcând din nou apel la analogia lui Korzybski dintre hartă și teritoriu, am putea spune că datorită impreciziei și ambiguității sale intrinseci, limbajul comun este o hartă destul de flexibilă ca să poată urmări într-o oarecare măsură suprafața curbă a teritoriului. Cu cât devine mai riguros, cu atât flexibilitatea sa scade, astfel încât, cu limbajul matematic, ajungem într-un punct în care legăturile cu realitatea sunt atât de slabe, încât relația dintre simboluri și experiența noastră senzorială încetează să mai fie evidentă. De aceea apare necesitatea de a alătura modelelor matematice și teoriilor științifice interpretări verbale, făcând din nou apel la concepte înțelese în mod intuitiv, deci ambigue.

Este important să realizăm diferența dintre modelul matematic și interpretarea sa discursivă. Primul este riguros și consistent, dar este alcătuit din simboluri care nu sunt legate direct de experiența noastră. Modelul verbal este alcătuit din concepte ce pot fi înțelese intuitiv, dar a căror definiție nu este unică. Din acest punct de vedere, el nu diferă mult de modelele filosofice și, de aceea, poate fi comparat cu acestea.

Dacă există un element intuitiv în știință, atunci există și un element rațional în mistica orientală. Măsura în care sunt implicate raționamentul și logica în demersul mistic

variază foarte mult de la o şcoală la alta. Şcoala hinduistă Vedanta şi cea budistă Madhyamika, de exemplu, sunt şcoli intelectualiste, în timp ce doctrina taoistă pune serios la îndoială logica şi raţionamentul. Şcoala Zen, desprinsă din budism, dar puternic influenţată de taoism, se mândreşte cu faptul că nu face apel „nici la cuvinte, nici la explicaţii, nici la instruire, nici la cunoaştere." Ea se concentrează aproape în exclusivitate asupra experienţei iluminării şi nu dovedeşte decât un interes cu totul marginal faţă de interpretarea acestei experienţe. Un foarte cunoscut dicton Zen spune că „Îndată ce ai vorbit despre un lucru, i-ai şi pierdut esenţa."

Deşi alte şcoli mistice orientale nu dovedesc aceeaşi atitudine extremă, experienţa mistică reprezintă pentru toate elementul central. Chiar acei mistici angajaţi în cele mai sofisticate argumentaţii nu consideră niciodată intelectul drept sursă a cunoaşterii, ci mai degrabă un instrument care permite analiza şi interpretarea propriei experienţe mistice. Întreaga cunoaştere este bazată în mod ferm pe această experienţă, ceea ce conferă tradiţiei orientale un pronunţat caracter empiric, subliniat întotdeauna de exponenţii săi. D.T. Suzuki scria despre budism:

> *Experienţa personală reprezintă... fundamentul filosofiei budiste. În acest sens, budismul este radical empiric, indiferent de interpretarea la care se recurge pentru a proba semnificaţia iluminării.*[8]

Joseph Needham accentuează în mod repetat în cartea sa *Ştiinţă şi Civilizaţie în China* atitudinea eminamente empirică a taoiştilor şi arată că ea a făcut din această şcoală fundamentul filosofic al ştiinţei şi tehnologiei chineze. Needham ne spune că primii taoişti „se retrăgeau în sălbăticie, în păduri şi în munţi pentru a medita acolo asupra Ordinii Naturale şi pentru a-i observa nenumăratele forme de manifestare."[9] Acelaşi spirit este reflectat în versetele Zen:

> *Acela care vrea să perceapă esenţa Budha*
> *Trebuie să caute să afle relaţiile cauzale.*[10]

Fundamentarea cunoaşterii pe experienţă în mistica orientală sugerează o apropiere de ştiinţa bazată pe

experiment. Această apropiere este accentuată de natura experienței mistice. În tradiția orientală ea este descrisă ca accesul direct la zona aflată dincolo de hotarele intelectului, care se obține mai curând contemplând decât gândind, prin auto-observație și prin observarea lumii înconjurătoare.

În taoism, ideea de observație este reflectată chiar de numele templelor, *kuan*, ceea ce înseamnă „a privi". Așadar, adepții taoismului socoteau templele niște locuri de observație. În budismul Ch'an, versiunea chineză a doctrinei Zen, iluminarea este adesea desemnată prin *„viziunea lui Tao"*; acțiunea de a privi este considerată de către toate școlile budiste baza cunoașterii. Prima prescripție din *Calea cu Opt Ramuri*, metoda budistă de auto-împlinire, constă în observarea corectă, urmată de cunoașterea corectă. Despre acest aspect, D. T. Suzuki scrie:

> *Observația joacă cel mai important rol în filosofia budistă, pentru că ea se află la baza cunoașterii. Cunoașterea este imposibilă fără observație. Astfel, în învățăturile lui Budha, cunoașterea și observația sunt strâns legate. Țelul ultim al filosofiei budiste este acela de a vedea realitatea așa cum este. A privi, a observa, înseamnă a trăi experiența iluminării.*[11]

Acest pasaj ne trimite la misticul *Yaqui* Don Juan, care spunea *„Sunt tentat să observ... căci numai prin observație poate un om avea acces la cunoaștere."*[12]

Se cuvine făcut aici un amendament. Observația despre care se vorbește în tradiția mistică nu trebuie luată în sens strict, ci într-un sens metaforic, și aceasta deoarece experiența mistică este esențialmente extrasenzorială. Când misticii orientali vorbesc despre „observație", despre acțiunea de „a privi", ei se referă la un gen de percepție care poate include percepția vizuală, dar care întotdeauna și în mod necesar o transcende pentru a deveni o experiență prin excelență extrasenzorială a realității. Ceea ce vor ei să sublinieze atunci când se referă la a privi, a vedea, a observa, este caracterul empiric al cunoașterii lor. Acest mod de abordare empiric trimite la știința bazată pe experiment a Occidentului și astfel ne oferă un cadru pentru comparația

noastră. Faza de experimentare în cercetarea ştiinţifică pare să corespundă abordării mistice directe specifice filosofiei Orientului, iar modelele matematice şi teoriile corespund variatelor moduri de exprimare a experienţei mistice.

Paralelismul dintre experimentul ştiinţific şi experienţa mistică ar putea să pară surprinzătoare din perspectiva naturii diferite a acestor două acte de observaţie. Fizicienii îşi realizează experimentele în echipă, cu ajutorul unei aparaturi sofisticate, în timp ce misticii realizează actul de cunoaştere numai prin introspecţie, fără ajutorul vreunui aparat şi în totală singurătate. Experimentele ştiinţifice pot fi repetate oricând, de oricine, în timp ce experienţa mistică este rezervată câtorva adepţi şi numai în anumite ocazii. Dar o examinare mai atentă arată că deosebirile dintre cele două tipuri de observaţie rezidă numai în modurile de abordare respective şi nu în complexitatea sau în gradul de încredere pe care îl inspiră.

Oricine ar dori să repete experimente de fizică atomică efectuate de oamenii de ştiinţă ar avea nevoie de ani de studiu. Numai după aceea persoana în cauză va fi în stare să pună naturii întrebări despre un anumit fenomen şi să înţeleagă răspunsul pe care-l va primi. În mod similar, experienţa mistică necesită, în general, ani mulţi de practică sub îndrumarea unui maestru şi, ca şi în cazul instruirii ştiinţifice, lungimea intervalului de timp afectat nu garantează succesul. Dacă discipolul reuşeşte, el va fi capabil „să repete experienţa". Căci repetabilitatea experienţei este esenţială pentru practica mistică; este, de fapt, chiar scopul ei.

Experienţa mistică, aşadar, nu are un caracter irepetabil, aşa cum nu are nici experimentul ştiinţific. În plus, ea nu este mai puţin sofisticată, deşi complexitatea ei este de o altă natură. Complexitatea şi eficienţa instrumentelor fizicianului sunt surclasate de conştiinţa misticului – fizică şi spirituală – în meditaţie. În concluzie, oamenii de ştiinţă şi misticii au dezvoltat şi unii şi alţii metode rafinate de observare a naturii, metode inaccesibile diletantului. O pagină dintr-o publicaţie de fizică modernă experimentală este la fel de stranie pentru un neiniţiat ca şi o mandala tibetană. Şi una şi cealaltă stochează experienţa interogării Universului.

Deşi experienţa mistică profundă nu se produce, în general, fără o îndelungată pregătire, puseurile intuiţiei pot fi resimţite în viaţa de toate zilele. Ne sunt familiare situaţiile în care uităm numele unei persoane sau al unui loc şi nu ni-l putem aminti în ciuda celei mai intense concentrări. Ne „stă pe limbă", dar nu-l putem rosti până ce nu renunţăm şi nu ne îndreptăm atenţia spre altceva; atunci brusc, ca într-o străfulgerare, ni-l amintim. Într-un asemenea proces, gândirea nu este implicată. Aici este vorba de o scurtă iluminare. Exemplul legat de brusca aducere aminte a unui nume este relevantă pentru budism, în care se afirmă că starea noastră naturală este starea budistă de iluminare pe care noi doar am uitat-o. Discipolilor budismului Zen li se cere să îşi amintească „chipul lor adevărat" şi tocmai în această bruscă „aducere aminte" constă iluminarea.

Un alt exemplu de percepţie spontană, extrasenzorială şi non-intelectuală îl constituie anecdotele. În fracţiunea de secundă în care „prinzi poanta" unei anecdote experimentezi un moment de „iluminare". Este cunoscut faptul că acest lucru se petrece spontan, nu prin „explicarea" anecdotei, deci nu în urma analizei raţionale. Doar printr-o străfulgerare de intuiţie se poate elibera hohotul de râs pe care anecdota urmăreşte să-l provoace. Situaţia, similară cu viziunea spirituală, contribuie la atingerea stării de iluminare odată ce există un pronunţat simţ al umorului. În Zen există o mulţime de povestiri amuzante, iar în *Tao Te Ching* se arată că „de n-ai putea râde de el, *Tao* n-ar merita să fie socotit *Tao*."[13]

În viaţa cotidiană, înţelegerea intuitivă a naturii lucrurilor se restrânge la câteva momente. Nu astfel se întâmplă cu misticii din Orient care experimentează perioade lungi de timp şi în cele din urma ajung la o stare permanentă de trezire a conştiinţei. Obiectivul urmărit de cele mai multe şcoli mistice – şi în acelaşi timp obiectivul central al modului de viaţă oriental – constă tocmai în pregătirea mentalului pentru atingerea stării de trezire a conştiinţei. În India, China şi Japonia s-a perfecţionat de-a lungul timpului o mare varietate de tehnici, ritualuri şi forme de expresie artistică, toate servind scopului propus şi toate putând fi desemnate generic drept meditaţie – în sensul cel mai larg al noţiunii.

Toate aceste tehnici urmăresc relaxarea mentalului şi deplasarea din zona raţiunii spre aceea a intuiţiei. În multe forme de meditaţie relaxarea se atinge prin concentrarea asupra unui singur aspect, de exemplu asupra respiraţiei, asupra unei mantre sau asupra vizualizării interioare a unei mandala. Alte şcoli se concentrează pe efectuarea spontană, fără controlul mentalului, a unor mişcări. Aceasta este calea aleasă de yoga şi de şcoala taoistă *T'ai Chi Ch'uan.* Mişcările ritmice şi lente aduc cu ele o stare de pace, de seninătate, caracteristică formelor statice de meditaţie; o stare pe care o poate provoca şi practicarea unor sporturi. Pentru mine, schiul a reprezentat o formă de meditaţie care mi-a oferit mari satisfacţii.

Arta orientală este tot o formă de meditaţie, dar modalităţile de auto-realizare prin trezirea conştiinţei sunt mult mai numeroase decât formele de expresie artistică. Muzica indiană nu se învaţă descifrând partituri, ci ascultându-l pe maestru şi ajungând astfel la o anumită stare muzicală, aşa cum ritualul *T'ai Chi* nu este predat, ci se deprinde în urma unor îndelungi repetări ale mişcărilor efectuate de maestru. Ceremonia japoneză a ceaiului constă dintr-un şir de solemne gesturi rituale. Caligrafia chineză cere spontaneitate, lipsă de inhibiţie în mişcarea mâinii. Toate acestea contribuie la instalarea stării de meditaţie.

Pentru cei mai mulţi oameni şi, în special, pentru intelectuali, o asemenea stare a conştiinţei constituie o experienţă cu totul nouă. Oamenilor de ştiinţă le este familiară abordarea intuitivă, căci fiecare nouă descoperire îşi are rădăcinile într-o asemenea idee inexprimabilă în cuvinte. Dar acestea sunt momentane şi apar doar atunci când mintea este saturată de informaţie. Meditaţia presupune golirea de gânduri, de noţiuni şi concepte şi deplasarea în zona intuiţiei. Despre acest contrast între starea de meditaţie şi starea de reflecţie, Lao Tse spunea:

Celui ce caută să înveţe –
dorinţele-i sporesc zi de zi,
celui ce-l caută pe Tao –
dorinţele-i descresc zi de zi.[14]

Când mentalul raţional este relaxat, intuiţia produce o extraordinară trezire a conştiinţei; realitatea este percepută direct, nefiltrată de gândirea conceptuală. În exprimarea lui Zhuang Tse, „Conştiinţa înţeleptului este oglinda cerului şi a pământului; ea cuprinde toate lucrurile."[15] Experienţă sinelui în contextul universal este caracteristica stării de meditaţie. Este o stare a conştiinţei în care orice fragmentare a încetat, dizolvându-se în unicitate şi nediferenţiere.

Mentalul aflat în meditaţie profundă este în stare de alertă. Pe lângă percepţia non-senzorială, ea cuprinde toate sunetele, imaginile şi toate impresiile oferite de spaţiul înconjurător, dar fără a le analiza sau interpreta. Acestora nu li se permite să distragă atenţia subiectului angajat în meditaţie. Este o stare asemănătoare aceleia a războinicului care aşteaptă atacul şi care percepe orice mişcare în jurul său fără ca acestea să-i distragă atenţia. Maestrul Zen Yasutani Roshi face apel la următoarea imagine pentru a descrie *shikan-taza,* practica meditaţiei Zen:

> *Shikan-taza este cea mai intensă stare de trezire a conştiinţei, netensionată, dar cu siguranţă, nu de indolenţă. Este starea cuiva care priveşte moartea în faţă. Să presupunem că sunteţi angajaţi într-un duel cu sabia, ca acele dueluri care aveau loc în vechea Japonie. Întâmpinându-ţi inamicul, eşti permanent pregătit, gata de ripostă. Dacă ţi-ai slăbi atenţia fie şi pentru o clipă, ai fi ucis. Alături, mulţimea urmăreşte lupta. O poţi vedea cu coada ochiului, căci nu eşti orb, o poţi auzi, căci nu eşti surd. Dar nici o fracţiune de secundă atenţia ta nu este distrasă de aceste impresii.*[16]

Iată de ce imaginea războinicului joacă un rol atât de important în viaţa spirituală şi culturală a Orientului. Fundalul celei mai celebre scrieri religioase indiene, Bhagavad Gita, îl constituie un câmp de bătălie, iar artele marţiale reprezintă o componentă importantă a tradiţiei chineze şi japoneze. În Japonia, influenţa profundă a doctrinei Zen asupra instituţiei samurailor a produs *bushido*, „calea războinicului", arta

luptei cu sabia, în cadrul căreia spiritualitatea spadasinului atinge perfecţiunea. *T'ai Chi Ch'uan*, cea mai cunoscută dintre artele marţiale chineze, combină într-un stil unic mişcări lente şi ritmice, care par desprinse din tehnica yoga, cu starea de alertă a mentalului.

Metoda mistică presupune accesul direct la realitate, în timp ce fizica se bazează pe cercetarea fenomenelor naturii prin intermediul experimentelor ştiinţifice. Şi într-un caz şi în altul, observaţiile primesc interpretări, iar aceste interpretări sunt comunicate în limbaj comun. Dar cuvintele alcătuiesc o hartă abstractă, aproximativă a realităţii şi atunci interpretarea unui experiment ştiinţific sau a unei experienţe mistice este prin definiţie incompletă. Atât fizicienii, cât şi filosofii mistici din Orient sunt pe deplin conştienţi de acest lucru.

În ştiinţă este crucială conştiinţa faptului că modelele şi teoriile au caracter aproximativ. În acest sens Einstein scria: „Atâta timp cât legile matematicii descriu realitatea, ele nu sunt exacte; dacă sunt exacte, atunci nu descriu fenomene reale." Fizicienii ştiu că metodele lor de analiză şi raţionamentul logic sunt insuficiente pentru a putea cuprinde fenomenele naturale în toată complexitatea lor şi, de aceea, ei izolează un grup de fenomene şi caută să construiască un model care să descrie acest grup. Dar procedând aşa se neglijează alte fenomene, iar modelul elaborat nu va descrie complet realitatea. Este posibil ca fenomenele neincluse în model să aibă un efect neglijabil sau să nu fie cunoscute în momentul elaborării modelului.

Pentru ilustrare ne vom referi la una din cele mai cunoscute teorii din fizică, şi anume la mecanica „clasică", newtoniană. Aceasta nu ia în considerare forţele de frecare, deoarece au o influenţă redusă. Dar în ciuda omisiunilor sale, mecanica newtoniană a fost considerată un timp foarte îndelungat teoria care descrie complet şi perfect fenomenele naturale, şi asta până când au fost descoperite electricitatea şi magnetismul. Descoperirea acestora a demonstrat că modelul newtonian era incomplet şi că era aplicabil unui singur tip de fenomene – anume, mişcării corpurilor solide.

Studierea unui grup limitat de fenomene poate însemna şi studierea proprietăţilor sale într-un domeniu limitat, ceea ce constituie o altă sursă de restrângere a domeniului de valabilitate. Acest aspect al aproximaţiei este foarte subtil, căci nu ştim niciodată dinainte unde se află limitele teoriei. Numai experienţa ne poate lămuri; ştiinţa secolului al XX-lea a restrâns şi mai mult domeniul de aplicabilitate al mecanicii clasice. Astăzi ştim că modelul newtonian este valabil numai pentru obiecte constituite dintr-un număr foarte mare de atomi şi pentru viteze de deplasare mici în comparaţie cu viteza luminii. Dacă prima condiţie nu este îndeplinită, mecanica clasică trebuie înlocuită cu mecanica cuantică; dacă cea de-a doua condiţie nu este îndeplinită, mecanica clasică trebuie înlocuită cu teoria relativităţii. Aceasta nu înseamnă că teoria clasică ar fi „greşită", sau că mecanica cuantică şi teoria relativităţii ar fi „corecte". Toate acestea sunt modele aplicabile numai anumitor domenii limitate ale realităţii. Dincolo de aceste domenii ele nu mai dau o descriere satisfăcătoare a realităţii şi este necesar să se găsească altele care să le înlocuiască – sau, mai corect, să le extindă domeniul de valabilitate, îmbunătăţind aproximaţia.

Stabilirea limitelor unui model dat este de multe ori una din cele mai dificile, dar şi una din cele mai importante sarcini în procesul elaborării modelului. Geoffrey Chew, a cărui teorie „bootstrap" o vom discuta pe larg în cadrul acestei lucrări, arată că este esenţial ca, după ce s-a dovedit valabilitatea unui model ştiinţific, să ne întrebăm: de ce este bun?, care-i sunt limitele?, în ce constă aproximaţia? Acestea sunt întrebările care, după părerea lui Chew, reprezintă primii paşi în dezvoltarea viitoare a teoriei.

Şi misticii orientali sunt conştienţi de faptul că descrierile verbale ale realităţii sunt incomplete şi aproximative. Experienţa directă transcende zona intelectului şi a limbajului; cum mistica se bazează pe experienţă, tot ceea ce s-ar putea exprima în cuvinte nu este decât parţial adevărat. Caracterul aproximativ al enunţurilor în fizică este cuantificat, iar progresul constă în îmbunătăţirea graduală a

aproximației. Dar cum rezolvă tradiția Orientului problema comunicării verbale?

Mai întâi de toate, misticii sunt interesați în principal de trăirea experienței realității și nu de descrierea acestei experiențe. De aceea, ei nu sunt interesați să analizeze o asemenea descriere și conceptul de aproximație corect definită nu are sens pentru ei. Dar și ei se confruntă cu limitările limbajului atunci când vor să-și comunice experiențele. Pentru rezolvarea acestei probleme s-au găsit mai multe căi.

Mistica indiană, și mai cu seamă hinduismul, își îmbracă ideile în veșmintele mitului, făcând uz de metafore, simboluri, imagini poetice, comparații și alegorii. Limbajul mitic este mult mai puțin afectat de logică și de simț comun. El abundă în fantastic, paradoxal, este bogat în sugestii, dar niciodată precis, și astfel poate exprima experiența mistică mult mai bine decât limbajul faptic. Așa cum arăta Ananda Coomaraswamy, „mitul reprezintă cel mai direct mod de acces la adevărul absolut, care poate fi exprimat în cuvinte"[17]

Fecunda imaginație a indienilor a creat un număr impresionant de zei și zeițe ale căror încarnări și fapte constituie subiectul multor povestiri fantastice incluse în poeme epice de mari dimensiuni. Înțeleptul hindus știe că toate acestea sunt produse ale imaginației și reprezintă multiplele fațete ale realității; că ele nu au rostul de a face povestirea mai atrăgătoare, ci sunt vehicule care transportă doctrine și filosofii ce își au rădăcinile în experiența mistică.

Chinezii și japonezii au ales o altă cale. În loc să apeleze la simboluri și imagini mitice, ei preferă să recurgă la limbajul comun. Astfel, taoiștii recurg adesea la paradoxuri pentru a demonstra inconsistența modului verbal de comunicare. Budiștii chinezi și japonezi au preluat această tehnică și au dezvoltat-o. Ea atinge limitele sale cele mai înalte în budismul Zen, în așa-numiții *koan*-i, acele ghicitori aparent lipsite de sens prin care maeștrii Zen își transmit învățătura. *Koan*-ii stabilesc o paralelă cu știința fizicii, paralelă ce va fi abordată în capitolul următor.

În Japonia există şi alte modalităţi de expresie demne de a fi menţionate. Este vorba de poetica extrem de concisă prin care maeştrii Zen urmăresc să exprime esenţa realităţii. La întrebarea pusă de un călugăr: „Atunci când nici tăcerea şi nici cuvintele nu sunt permise, ce se poate face?", Fuketsu Ensho a răspuns:

Întotdeauna în martie îmi amintesc de Kiangsu –
Ţipătul potârnichii
Covorul de flori înmiresmate.[18]

Această formă de poetică spirituală a atins perfecţiunea în *haiku*, versul japonez de exact şaptesprezece silabe, puternic influenţat de filosofia Zen:

Frunzele căzând
Se aştern una peste alta;
Ploaia loveşte în ploaie.[19]

Ori de câte ori misticii orientali îşi exprimă cunoaşterea în cuvinte – fie în forma miturilor, a simbolurilor, a imaginilor poetice sau a enunţurilor paradoxale – ei sunt perfect conştienţi de limitările impuse de limbaj şi de gândirea „liniară". Fizica modernă afişează aceeaşi atitudine vizavi de modelele şi teoriile sale aproximative şi, în mod inevitabil, lipsite de acurateţe. Ele reprezintă contraponderea miturilor orientale, a simbolurilor şi paradoxurilor; la acest nivel ne vom situa atunci când vom încerca să comparăm ştiinţa cu tradiţia mistică. Aceeaşi idee referitoare la materie este exprimată şi în dansul cosmic al lui Shiva, şi în unele enunţuri din teoria cuantică. Atât zeul care dansează, cât şi teoria ştiinţifică sunt creaţii ale mentalului, modele care descriu intuiţia realităţii.

3 dincolo de limbaj

Contradicția, ireconciliabilă pentru gândirea comună, vine din aceea că trebuie să ne folosim de limbaj pentru a comunica experiența interioară care, în esența sa, transcende limbajul.

(D. T. Suzuki)

Problema cu care ne confruntăm aici este foarte serioasă. Ne propunem să discutăm despre structura atomului. Dar atomul nu poate fi descris în limbaj comun.

(W. Heisenberg)

Faptul că modelele matematice şi teoriile ştiinţifice au caracter aproximativ şi că interpretările asociate suferă întotdeauna de inacuratețe, a fost acceptat de oamenii de ştiinţă încă de la începutul secolului, când s-au petrecut în lumea ştiinţifică evenimente neaşteptate. Studiind domeniul atomic şi subatomic, fizicienii şi-au dat seama că limbajul comun nu este numai lipsit de precizie, dar este total inadecvat descrierii realităţii. Teoria cuantică şi teoria relativităţii – bazele fizicii moderne – au demonstrat că această realitate transcende logica aristotelică. În acest sens, Heisenberg scria:

Cea mai dificilă problemă legată de limbaj apare în teoria cuantică. Aici nu dispunem de un ghid care să ne ajute să corelăm simbolurile matematice cu concepte exprimate în limbaj comun; singurul lucru pe care îl ştim de la

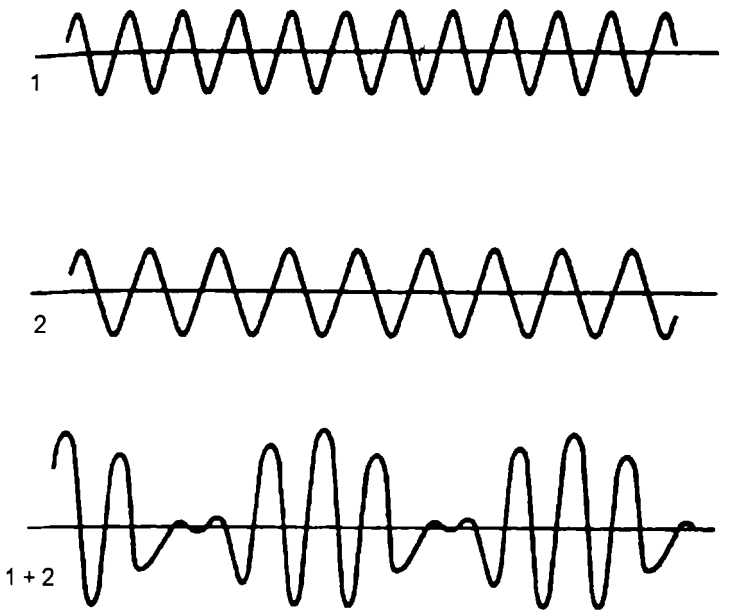
început este că nu dispunem de concepte adecvate descrierii structurii atomului.[1]

Din punct de vedere filosofic, aceasta reprezintă cea mai importantă contribuție în fizica modernă și aici se află elementele care o leagă de filosofia orientală. Logica și raționamentul au fost principalele instrumente utilizate în formularea ideilor filosofice nu numai de către exponenții diverselor școli filosofice, dar și de către exponenții scolasticii din Occident, așa cum arăta Bertrand Russell. Aceasta în timp ce, în Orient, înțelegând că realitatea transcende limbajul comun, filosofii nu s-au temut să meargă dincolo de logică și de sistemul de concepte comune. De aceea credem că modelele lor constituie un cadru filosofic mult mai adecvat pentru fizica modernă decât cele ale filosofilor occidentali.

Misticul din Orient se confruntă, ca și fizicianul, cu problema limbajului. În cele două pasaje citate la începutul acestui capitol D. T. Suzuki vorbește despre budism[2], iar Werner Heisenberg despre fizica atomică[3], și totuși ele par identice. Atât fizicianul, cât și misticul vor să își comunice experiențele și atunci când o fac, enunțurile lor sunt pline de paradoxuri și contradicții. Dar paradoxurile, devenite de neocolit în fizica acestui secol, sunt definitorii pentru filosofia mistică de la Heraclit și până la autorul lui Don Juan.

În fizica atomică paradoxul este legat de natura dual a luminii sau – mai general – a radiației electromagnetice. Se admite, pe de o parte, natura ondulatorie a radiației, căci ea produce fenomenul de *interferență*: rezultatul suprapunerii radiațiilor provenite de la două surse de lumină nu este neapărat egal cu suma a ceea ce provine de la cele două surse, ci poate fi mai mult sau mai puțin decât atât. Faptul se explică astfel: în acele puncte din spațiu în care se suprapun două maxime, intensitatea rezultată este mai mare decât suma componentelor, iar în punctele în care un maxim se suprapune cu un minim, intensitatea rezultată este mai mică decât suma componentelor. Intensitatea radiației rezultată prin interferență se calculează. Interferența este nelipsită în fenomenele în care este implicată radiația

electromagnetică şi astfel suntem obligaţi să admitem natura ondulatorie a acestui tip de radiaţie.



Interferenţa a două unde.

Pe de altă parte, radiaţia electromagnetică produce şi ceea ce se numeşte efect fotoelectric: la iluminarea unei suprafeţe metalice cu radiaţie ultravioletă sunt smulşi electroni de pe respectiva suprafaţă, deci suntem forţaţi să admitem că radiaţia electromagnetică este formată din particule. O situaţie similară apare la „împrăştierea" razelor X. Asemenea fenomene nu pot fi explicate decât descriindu-le ca pe ciocniri între „particule de lumină" şi electroni. În plus, ele produc figuri de interferenţă caracteristice undelor. Întrebarea care i-a preocupat atât de mult pe fizicieni în primii ani ai erei atomice a fost: cum poate radiaţia electromagnetică să fie în acelaşi timp de natură ondulatorie şi

corpusculară? Nici limbajul şi nici imaginaţia nu pot rezolva pe deplin această problemă.

Misticii din Orient au găsit diverse căi de abordare a aspectelor paradoxale ale realităţii. În timp ce hinduismul le depăşeşte recurgând la limbajul mitic, budismul şi taoismul tind mai curând să le accentueze. *Tao Te Ching*, opera lui Lao Tse şi principalul text al taoismului, este compus într-un stil straniu, care ocoleşte logica. Abundă în contradicţii, iar inefabilul limbajului împinge mentalul cititorului dincolo de graniţele intelectului.

Budiştii chinezi şi japonezi au adoptat şi ei tehnica taoistă de comunicare a experienţei mistice prin intermediul enunţurilor paradoxale. Atunci când l-a întâlnit pe împăratul Godaigo, discipol Zen, maestrul Daito i-a spus:

> *Ne-au despărţit mii de kalpas şi totuşi n-am fost departe nici un singur moment. Ne întâlnim zilnic şi, cu toate acestea, nu ne-am cunoscut niciodată.*[4]

Budiştii Zen, în special, au un adevărat cult pentru enunţurile care demonstrează inconsistenţa limbajului; sistemul *koan*-ilor, prin intermediul căruia îşi transmit învăţăturile, este unic. *Koan*-ii sunt propoziţii nediscursive, aparent lipsite de sens, care au rolul de a demonstra discipolilor inconsistenţa limbajului şi a raţionamentului logic. Formularea paradoxală face imposibilă rezolvarea lor prin raţionament. Sunt concepute special pentru a întrerupe procesul de gândire şi a pregăti astfel discipolul pentru experienţa non-verbală a realităţii. Maestrul Zen contemporan Yasutani iniţia un discipol din Occident în sistemul *koan*-ilor astfel:

> *Unul din cei mai buni koan-i, pentru că este cel mai simplu, este* Mu. *Şi iată care-i este sensul: un călugăr veni la Joshu, vestit maestru chinez Zen de acum câteva sute de ani şi îl întrebă: „Are un câine esenţă budistă sau nu?". Joshu replică: „*Mu!*". Literal,* Mu *înseamnă „nu" sau „nimic", dar semnificaţia răspunsului lui Joshu*

nu se află aici. Mu *este expresia esenței budiste funcționale și dinamice, a realității absolute. Spiritul acestui* Mu *trebuie descoperit nu pe calea intelectului, ci prin căutarea în adâncimile ființei. Apoi să îmi demonstrezi concret că percepi* Mu *ca pe un adevăr viu, fără să faci apel la concepte, teorii și explicații abstracte. Ține minte, nu poți percepe* Mu *pe calea cunoașterii comune, trebuie să îl aspiri cu întreaga ta ființă.*[5]

Maestrul Zen dă începătorilor *koan*-ul *Mu* de mai sus, sau unul din următoarele două:

Care este adevărata ta față, fața ta înainte de a te naște?
Poți să-ți plesnești palmele și să produci astfel sunetul a două mâini. Dar care este sunetul unei singure mâini?

Toți acești *koan*-i au soluții, unice sau nu, pe care maestrul competent le recunoaște imediat. Odată găsită soluția, *koan*-ul încetează să mai fie un paradox și devine un enunț profund, plin de sensuri, echivalent cu starea de trezire a conștiinței pe care a provocat-o.

În *Rinzai* discipolul are de rezolvat mulți asemenea *koan*-i, fiecare din ei corespunzând unor anumite aspecte din Zen. Aceasta este singura formă în care școala Zen își transmite învățătura. Nu recurge niciodată la enunțuri pozitive, ci lasă discipolului sarcina de a accede la adevăr prin *koan*-i.

Aici se află o asemănare izbitoare cu situațiile paradoxale cu care s-au confruntat fizicienii în etapa de început a fizicii atomice. Ca și în Zen, adevărul era ascuns în paradoxuri nerezolvabile prin raționament și trebuia înțeles în termenii unui nou mod de abordare a realității – conștiința realității atomice. Rolul maestrului era jucat, firește, de natură – natura care, ca și maeștrii Zen, nu se dezvăluie prin afirmații, ci se vădește prin enigme.

Găsirea soluției unui *koan* cere din partea discipolului un efort maxim de concentrare și implicare totală. În lucrările consacrate filosofiei Zen se arată că rostul unui *koan* este acela de a bloca mintea și sufletul adeptului, de a crea o stare de impas intelectual și de încordare astfel încât întregul Univers să-i apară ca un enorm semn de întrebare. Fondatorii teoriei cuantice s-au confruntat cu o situație similară, descrisă în termeni viguroși de Heisenberg:

> *Îmi amintesc conversațiile cu Bohr, se prelungeau timp de mai multe ore și sfârșeau într-o stare de deznădejde; și când, după o asemenea discuție, mă duceam să mă plimb singur în parcul din apropiere îmi repetam la nesfârșit mie însumi întrebarea: Este oare cu putință ca natura să fie atât de absurdă cum ne-a apărut nouă în aceste experimente de fizică atomică?*[6]

Ori de câte ori se caută înțelegerea prin analiză rațională a esenței fenomenelor, ea apare absurdă, paradoxală. Acest fapt a fost din totdeauna recunoscut de filosofii mistici, dar pentru știință problema s-a pus doar recent. Vreme de secole oamenii de știință au căutat „legile fundamentale ale naturii" care se află la originea multitudinii fenomenelor naturale. Acestea aparțineau mediului înconjurător, domeniului macroscopic, deci lumii perceptibile pe cale senzorială. În măsura în care conceptele și noțiunile limbajului curent sunt derivate din experiența comună, ele s-au dovedit suficiente pentru descrierea fenomenelor naturii.

Întrebărilor referitoare la esența fenomenelor, modelul clasic newtonian le răspundea în aceeași manieră în care răspundea și modelul lui Democrit, filosoful antic grec, reducând toate fenomenele la mișcarea și interacția atomilor indestructibili. Proprietățile acestor atomi fuseseră concepute prin comparație cu cele ale bilelor de biliard, deci plecând de la experiența senzorială. Dacă asemenea concluzii pot sau nu să fie aplicate lumii atomice, nu se

întrebase nimeni. Într-adevăr, asta nu se putea stabili experimental.

În secolul al XX-lea fizicienii au putut să abordeze experimental problema naturii ultime a materiei. O tehnologie sofisticată le-a permis să pătrundă din ce în ce mai adânc în interiorul materiei, dezvelind un strat după altul în căutarea „cărămizilor" constituente. Astfel, s-a validat ipoteza existenţei atomilor, apoi au fost descoperiţi componenţii acestora – nucleul şi electronii – şi în final componenţii nucleului – protonii şi neutronii –, ca şi multe alte particule subatomice.

Instrumentele complexe şi sensibile ale fizicii experimentale moderne penetrează nivele din ce în ce mai adânci ale lumii submicroscopice, zone ale realităţii complet diferite de mediul nostru înconjurător şi astfel fac ca această lume să devină accesibilă simţurilor. Dar acest lucru este posibil numai printr-un lanţ de procese care sfârşeşte cu semnalul sonor al unui contor Geiger sau cu un spot întunecat pe o placă fotografică. Ceea ce auzim sau vedem nu reprezintă însuşi fenomenul, ci numai consecinţele acestuia. Lumea atomică şi subatomică se află dincolo de limita percepţiei senzoriale.

Doar datorită instrumentarului modern actual putem „observa" proprietăţile atomilor şi ale constituenţilor lor şi putem astfel „trăi experienţa" domeniului atomic într-o oarecare măsură. Dar această experienţă nu este una obişnuită, în orice caz nu se poate compara cu experienţa comună. Cunoaşterea la acest nivel nu se mai întemeiază pe percepţia senzorială şi de aceea limbajul, cu noţiunile şi imaginile sale direct legate de simţuri, nu mai este adecvat descrierii fenomenelor observate. Pe măsură ce coborâm tot mai adânc în structura materiei trebuie sa abandonăm tot mai multe imagini şi noţiuni circumscrise limbajului comun.

Cel mai important pas din marea călătorie în lumea infinitului mic a fost de fapt primul: pasul spre lumea atomilor. Investigând structura atomului ştiinţa transcende

limitele percepției senzoriale. De aici încolo nu se mai poate conta pe logică şi bun simț. În fizica atomică oamenii au întrezărit pentru prima dată ceea ce căutau: esența ultimă a realității. Ca şi filosofii mistici, fizicienii se confruntă cu o experiență extrasenzorială a realității şi au de depăşit, în aceeaşi măsură, aspectele paradoxale ale acestei experiențe. Din acest moment modelele şi imaginile fizicii moderne devin asemenea celor ale filosofiei Orientului.

4 noua fizică

După cum afirmă misticii orientali, experiența mistică a realității reprezintă un eveniment de o clipă care zguduie din temelii concepția subiectului asupra lumii. D. T. Suzuki crede că ea este „cel mai teribil şoc care ar putea zgudui conştiința unui om... dislocând orice formă a experienței comune"[1] şi apelează la cuvintele unui maestru Zen care compara această experiență cu „desprinderea fundului unei găleți".

La începutul acestui secol fizicienii au avut aceeaşi senzație atunci când fundamentele concepției lor asupra lumii materiale au fost dinamitate de experiența realității atomice; ei au descris această experiență în termeni similari acelora folosiți de maestrul Zen al lui Suzuki. Astfel, Heisenberg scria:

> *Reacția violentă la recentele studii din fizica modernă poate fi înțeleasă numai când ne dăm seama că fundamentele fizicii au început sa se clatine; şi că acest lucru ne dă senzația că ne fuge pământul de sub picioare.*[2]

Acelaşi sentiment l-a încercat Einstein când a luat pentru prima dată contact cu fizica atomică. El scria în autobiografia sa:

> *Toate încercările mele de a adapta fundamentele teoretice ale fizicii la noile descoperiri au eşuat. Parcă pământul ne-ar fugi de sub*

picioare şi n-ar mai exista o bază solidă pe care să putem construi ceva.[3]

Noile descoperiri în fizică au necesitat revizuirea profundă a unor concepte ca timp, spaţiu, materie, obiect, cauză, efect etc. şi nu este de mirare că fizicienii au resimţit ca pe un şoc rezultatele acestor experimente, de vreme ce noţiunile amintite sunt fundamentale pentru modul nostru de a concepe realitatea. Din această revizuire a rezultat o concepţie despre Univers incomplet definită şi radical diferită de cea clasică.

Se pare că mistica orientală şi ştiinţa occidentală au cunoscut evoluţii revoluţionare similare care le-au condus la schimbarea totală a ideilor despre realitate. Următoarele două pasaje dovedesc că fizicianul european Niels Bohr şi misticul indian Sri Aurobindo au trăit aceeaşi experienţă:

Experienţa ultimilor ani a evidenţiat insuficienţa concepţiei mecaniciste şi, drept consecinţă, a pus sub semnul întrebării suportul filosofic al acestei interpretări.[4]

(Niels Bohr)

Toate încep să-şi schimbe natura şi înfăţişarea; noua experienţă este radical diferită de cea veche... Este vorba de un nou mod de a experimenta, a observa, a lua contact cu fenomenele.[5]

(Sri Aurobindo)

Capitolul de faţă va schiţa o primă imagine a noii concepţii despre lume, opusă celei datorate fizicii clasice*; va arăta cum modelul mecanicist a trebuit să fie abandonat la începutul acestui secol şi astfel am fost forţaţi să adoptăm o viziune mult mai subtilă, „organică" şi integratoare.

---

* Cititorii care găsesc această prezentare preliminară a fizicii moderne prea comprimată şi dificil de înţeles să nu fie îngrijoraţi. Toate conceptele menţionate aici vor fi descrise pe larg în cuprinsul lucrării.

Fizica clasică

Concepţia pe care noile descoperiri în fizică au modificat-o se bazează pe modelul newtonian al Universului. El constituie fundamentul fizicii clasice. Şi a fost, într-adevăr, o temelie formidabilă, o stâncă pe care s-a clădit filosofia naturală vreme de aproape trei secole.

Cadrul Universului newtonian, cadrul în care se petrec toate fenomenele, este spaţiul tridimensional al geometriei euclidiene. Este un spaţiu absolut, aflat în repaus şi nesupus vreunei transformări. În exprimarea lui Newton, „Spaţiul, absolut în natura sa, fără raportare la exterior, rămâne întotdeauna acelaşi şi în repaus."[6] Toate transformările care se petrec sunt descrise în termenii unei alte dimensiuni, separate şi numite timp, la rândul ei absolută şi fără legătură cu lumea materială, care se scurge neperturbată dinspre trecut către viitor. „Timpul absolut, adevărat şi matematic", spunea Newton, „în el însuşi şi în propria sa natură, curge uniform şi fără legătură cu factorii externi."[7]

Elementele Universului newtonian, care se deplasează în acest spaţiu absolut şi în acest timp absolut, sunt particulele materiale. În ecuaţii ele sunt tratate ca „puncte materiale"; Newton le vedea ca pe nişte obiecte mici, solide,compacte şi indestructibile care compun materia. Acest model se aseamănă foarte mult cu acela al filosofilor atomişti greci. Ambele au la bază distincţia dintre plin şi gol, dintre materie şi spaţiu; ambele consideră că forma şi masa particulelor nu variază. Materia se conservă şi este în mod esenţial pasivă. Marea diferenţă între concepţiile atomiste ale lui Democrit şi Newton constă în aceea că ultimul dă o descriere precisă a forţelor de interacţie dintre particule. Această forţă depinde numai de masele particulelor şi de distanţele dintre ele. Este vorba despre forţa gravitaţională pe care Newton o asocia tuturor corpurilor asupra cărora ea acţionează. Deşi aceasta este o ipoteză stranie, nimeni nu s-a gândit să o cerceteze mai îndeaproape. Particulele şi forţele de interacţie dintre ele sunt creaţii ale Divinităţii şi

deci nu sunt supuse analizei. În *Optica* sa, Newton îşi imaginează cum Divinitatea a creat lumea materială:

> *Mi se pare probabil ca Dumnezeu să fi creat mai întâi particule materiale dure, grele, compacte, impenetrabile şi susceptibile de a se deplasa, cu asemenea dimensiuni şi forme, dotate cu asemenea proprietăţi şi aflate în asemenea proporţii încât să servească scopului final pentru care au fost create; şi că aceste particule primare să fie incomparabil mai dure decât orice corp poros pe care l-ar putea forma împreună; atât de dure, încât să nu se poată sparge în fragmente, nici o putere nefiind în stare să divizeze ceea ce Dumnezeu însuşi a creat ca entitate unică, la începuturi.*[8]

Toate fenomenele fizice se reduc, conform modelului mecanic newtonian, la mişcarea în spaţiu a punctelor materiale cauzată de atracţia lor reciprocă, adică de forţa gravitaţională. Pentru a putea exprima matematic efectul acestei forţe asupra unui punct material, Newton a fost nevoit să inventeze noţiuni şi să elaboreze tehnici matematice absolut noi – anume, acelea grupate sub numele de calcul diferenţial. Aceasta constituie o realizare intelectuală uriaşă apreciată de Einstein drept „cel mai mare progres în gândire realizat vreodată de un singur individ."

Ecuaţiile de mişcare concepute de Newton formează baza mecanicii clasice. Ele au fost considerate legi imuabile în virtutea cărora se mişcă punctele materiale, responsabile pentru toate schimbările observate în lumea materială. În viziunea lui Newton, Dumnezeu a creat la început particulele, forţele care se exercită între ele şi legile de mişcare. Astfel, a fost pus în mişcare întregul Univers şi de atunci această mişcare continuă neîncetat, ascultând de legi imuabile.

Concepţia mecanicistă este, deci, strâns legată de un determinism riguros. Uriaşul mecanism cosmic este perfect determinat deoarece se supune legii cauzei şi a efectului.

Tot ce se petrece are o cauză bine definită şi produce un efect la fel de bine definit, iar starea viitoare a oricărei părţi a unui sistem poate, în principiu, să fie prevăzută cu certitudine, dacă se cunoaşte starea sa la un anumit moment de timp. Această concepţie şi-a găsit expresia cea mai clară în faimosul enunţ al matematicianului francez Pierre Simon Laplace:

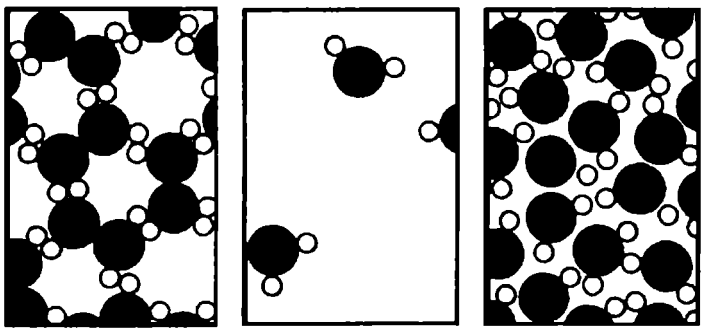
> *Intelectul care, la un moment dat, ar cunoaşte toate forţele care acţionează în natură şi poziţia tuturor corpurilor, ar cuprinde – presupunând că ar avea capacitatea de a analiza atâtea informaţii – într-o aceeaşi ecuaţie mişcările celor mai mari corpuri din Univers şi pe acelea ale celor mai firavi atomi; nimic n-ar mai fi nesigur pentru el, ar cunoaşte deopotrivă trecutul şi viitorul.*[9]

Fundamentul filosofic al acestui determinism riguros este constituit de divizarea carteziană eu-lume. S-a ajuns în consecinţă la ideea că lumea poate fi descrisă obiectiv, fără a se ţine seama de factorul uman, iar ştiinţa şi-a fixat ca ideal descrierea obiectivă a naturii.

Secolele al XVIII-lea şi al XIX-lea au fost martorele succesului enorm repurtat de mecanica newtoniană. Newton însuşi aplicase teoria sa mişcării planetelor şi reuşise astfel să explice structura sistemului solar. Modelul său planetar era foarte simplu; el neglija printre altele atracţia gravitaţională reciprocă a planetelor, astfel încât rămâneau neexplicate unele „neregularităţi". Newton a rezolvat această problemă admiţând că Divinitatea este prezentă în orice moment în Univers pentru a corecta respectivele neconcordanţe.

Marele matematician Laplace s-a străduit să rafineze şi să perfecţioneze calculele lui Newton într-o carte ce urma „să ofere soluţia completă a problemei sistemului solar, făcând ca rezultatele teoretice să coincidă cu cele experimentale şi astfel ecuaţiile empirice să nu îşi mai afle loc în tabelele astronomice."[10] Rezultatul muncii sale s-a constituit într-o operă remarcabilă în cinci volume, *Mecanica*

Cerească, în care Laplace a reuşit să explice mişcările planetelor, ale Lunii şi cometelor, mareele şi alte fenomene legate de gravitaţie în cele mai mici detalii. El a demonstrat că legile newtoniene de mişcare asigură stabilitatea sistemului solar, tratând Universul ca pe un mecanism cu autoreglare. Se spune că atunci când Laplace i-a prezentat lui Napoleon prima ediţie a lucrării sale, împăratul a făcut următoarea remarcă: „D-le Laplace, mi s-a spus că aţi scris această carte despre sistemul solar fără să-L menţionaţi pe Creatorul său." La aceasta, Laplace a replicat ferm: „Sire, n-am avut nevoie de această ipoteză."



Apă Abur Gheaţă

Încurajaţi de succesul strălucit al mecanicii newtoniene în astronomie, fizicienii au extins-o la studiul curgerii fluidelor şi al vibraţiilor corpurilor elastice şi iarăşi teoria a fost validată. În final, atunci când s-a arătat că, de fapt, căldura nu este altceva decât energie degajată prin mişcarea moleculelor, chiar şi teoria căldurii s-a dovedit a se reduce la mecanica newtoniană. La creşterea temperaturii apei, moleculele constituente primesc din ce în ce mai multă energie de mişcare până la un nivel la care această energie le ajută să învingă forţele de atracţie şi să devină molecule libere. Aşa se transformă apa în abur. Pe de altă parte, prin răcire mişcarea termică se reduce şi în cele din urmă

moleculele ajung să fie dispuse într-o rețea cristalină. În acest fel se pot explica dintr-un punct de vedere strict mecanic multe alte fenomene termice.

Succesul enorm de care s-a bucurat modelul mecanicist i-a determinat pe fizicienii de la începutul secolului al XIX-lea să privească întregul Univers ca pe un uriaș sistem mecanic guvernat de legile de mișcare enunțate de Newton. Aceste legi reprezentau legile fundamentale ale naturii și mecanica newtoniană era considerată teoria supremă pentru explicarea fenomenelor naturale. Și totuși, după mai puțin de o sută de ani, descoperirea unei noi realități fizice a pus în evidență limitele modelului newtonian și a demonstrat că nici unul din postulatele sale nu are valabilitate absolută.

Aceasta nu s-a petrecut instantaneu, ci a fost inițiată de cercetări începute deja în secolul al XIX-lea și care pregăteau calea revoluției științifice a timpului nostru. Primul pas în acest sens a fost făcut odată cu descoperirea și investigarea fenomenelor electrice și magnetice care nu puteau fi descrise în mod corespunzător de modelul mecanic și care implicau un nou tip de forță. Cele mai mari contribuții și le-au adus Michael Faraday și James Clerk Maxwell – primul, unul din cei mai mari experimentatori din istoria științei, al doilea, un strălucit teoretician. Când Faraday a produs curent electric într-o bobină de cupru prin mișcarea unui magnet în vecinătatea acesteia, convertind astfel lucrul mecanic de deplasare a magnetului în energie electrică, el a adus știința și tehnologia la răscruce. Experiența sa fundamentală a dat naștere pe de o parte vastei inginerii electrotehnice, pe de altă parte unor speculații teoretice care i-au condus pe el și pe Maxwell la elaborarea teoriei complete a electromagnetismului. Faraday și Maxwell nu s-au limitat să studieze numai efectele forțelor electrice și magnetice, ci au făcut din forțele însele principalul obiect de studiu. Ei au înlocuit conceptul de forță cu acela de câmp de forțe și astfel au fost primii care au depășit contextul fizicii newtoniene.

În loc să interpreteze interacția dintre o sarcină pozitivă şi una negativă ca o simplă atracție reciprocă a celor două, aşa cum proceda mecanica newtoniană, Faraday şi Maxwell au găsit mai potrivit să afirme că fiecare sarcină produce o „perturbație" sau o „stare" în spațiul din jurul său, astfel încât o altă sarcină electrică prezentă să simtă o forță. Această stare a materiei, care are capacitatea de a exercita o forță, se numeşte câmp. Ea este creată de o sarcină electrică şi există independent de prezența unei alte sarcini electrice care să-i simtă efectul.

A fost o modificare profundă a modului nostru de a concepe realitatea fizică. În teoria newtoniană forțele sunt legate de corpurile asupra cărora acționează. Acum conceptul de forță a fost înlocuit cu unul mai subtil, de câmp independent de prezența obiectelor şi care poate fi studiat fără referire la corpurile materiale. Această teorie a culminat cu electrodinamica în cadrul căreia se demonstrează că lumina nu este altceva decât un câmp electromagnetic care oscilează foarte rapid şi se propagă în spațiu sub forma unei unde. Astăzi ştim că undele radio, undele luminoase sau razele X sunt unde electromagnetice care diferă numai ca frecvență de oscilație şi că radiația vizibilă reprezintă doar o fracțiune foarte mică din spectrul radiației electromagnetice.

În ciuda acestor importante modificări, mecanica newtoniană şi-a păstrat poziția de fundament al fizicii. Maxwell însuşi a încercat să explice rezultatele pe care le-a obținut în termenii modelului mecanic, considerând câmpul o stare de tensiune mecanică a unui mediu omniprezent şi foarte uşor, numit eter. Era normal ca Maxwell să îşi imagineze un asemenea mediu, căci undele sunt resimțite ca vibrații ale unui mediu-suport: valurile ca vibrații ale apei, sunetele ca vibrații ale aerului. Maxwell a dat teoriei sale mai multe interpretări în perspectiva mecanicii newtoniene, dar părea să nu ia în serios nici una dintre ele. Trebuie să fi intuit, chiar dacă nu a făcut niciodată o asemenea afirmație, că în teoria sa rolul principal este jucat de câmp şi nu de modelele mecanice. Einstein a fost acela care a afirmat răspicat acest lucru cincizeci de ani mai târziu, când a arătat că nu există nici un fel de eter şi câmpul electromagnetic

este o entitate fizică de sine stătătoare care se propagă în vid şi nu poate fi explicată în cadrul teoriei newtoniene.

Aşadar, la începutul secolului al XX-lea fizicienii dispuneau de două teorii de succes care explicau două tipuri diferite de fenomene: mecanica lui Newton şi electrodinamica lui Maxwell. Modelul newtonian încetase să mai constituie baza ştiinţelor naturii.

Fizica modernă

Primele trei decenii ale secolului al XX-lea au modificat radical cadrul epistemologic al fizicii. Două contribuţii diferite – teoria relativităţii şi fizica atomică – au sfărâmat noţiunile pe care se baza concepţia newtoniană: acelea de spaţiu absolut şi timp absolut, de particulă elementară solidă, ca şi raportul de cauzalitate şi idealul de obiectivitate în descrierea naturii. Cu nici unul din aceste concepte nu se putea opera în domeniile pe care le abordau acum fizicienii.

Începuturile fizicii moderne sunt marcate de extraordinara contribuţie intelectuală a unui om: Albert Einstein. Cu două articole, ambele publicate în 1905, Einstein a iniţiat două orientări revoluţionare. Una era legată de teoria relativităţii restrânse, cealaltă de o nouă modalitate de abordare studiului radiaţiei electromagnetice care avea să devină specifică teoriei cuantice şi teoriei fenomenelor atomice. O întreagă echipă de fizicieni a lucrat douăzeci de ani mai târziu la elaborarea teoriei cuantice complete. În schimb, teoria relativităţii este datorată aproape în exclusivitate lui Einstein. Lucrările sale sunt realizări monumentale ale intelectului, ele reprezintă pentru secolul al XX-lea ceea ce reprezintă piramidele pentru cultura Egiptului antic.

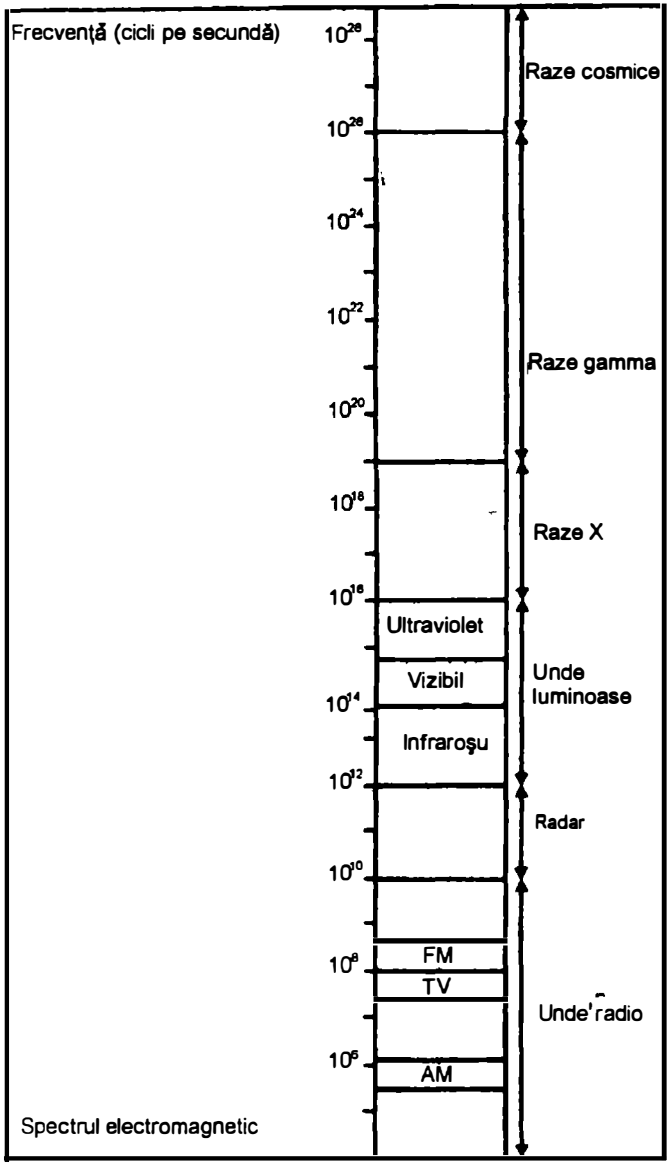
Einstein credea în armonia interioară a naturii şi preocuparea sa cea mai de seamă a fost aceea de a unifica

diferitele teorii ştiinţifice. A început prin a construi un cadru comun celor două teorii clasice: mecanica şi electrodinamica; acest cadru comun este teoria relativităţii restrânse. Ea unifică şi completează structurile specifice fizicii clasice, dar în acelaşi timp subminează fundaţia pe care s-a edificat modelul newtonian.

Conform teoriei relativităţii spaţiul nu este o mărime tridimensională, iar timpul nu reprezintă o entitate separată. Spaţiul şi timpul formează un continuum cvadridimensional numit „spaţiu-timp". De aceea în teoria relativităţii nu se poate face referire numai la spaţiu fără a implica timpul şi reciproc. Mai mult, timpul nu se mai scurge ca în modelul newtonian. Dacă observatorii se deplasează cu anumite viteze faţă de sistemele observate, ordinea în timp a evenimentelor observate este diferită de la un observator la altul. Evenimente care unui observator îi apar ca desfăşurându-se simultan îi pot apărea altuia ca succesive. Astfel, toate măsurătorile în spaţiu şi timp îşi pierd semnificaţia absolută. Teoria relativităţii abandonează conceptele clasice de spaţiu absolut ca scenă de desfăşurare a diverselor procese, respectiv timp absolut. Amândouă devin termeni de care observatorul se foloseşte pentru a-şi descrie observaţiile.

Aceste concepte sunt însă atât de importante pentru descrierea evenimentelor care au loc în natură, încât modificarea lor atrage după sine modificarea întregului cadru filosofic al ştiinţelor naturii. Cea mai importantă consecinţă se referă la înţelegerea faptului că masa nu este altceva decât energie. Obiectele aflate în repaus stochează energia sub formă de masă, legătura dintre masă şi energie fiind dată de relaţia $E=mc^2$, unde c este viteza luminii.

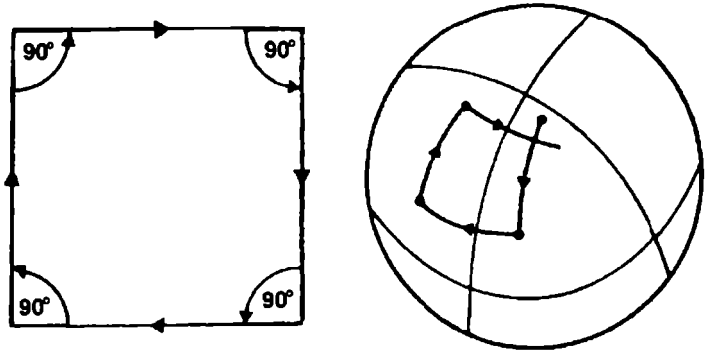
Constanta c, reprezentând viteza luminii în vid, este esenţială în teoria relativităţii. Ori de câte ori se descriu fenomene care presupun viteze apropiate de viteza luminii trebuie să se adopte modul de abordare specific teoriei relativităţii. Fenomenele electromagnetice constituie exemplul cel mai bun, şi studiul acestora l-a condus pe Einstein la formularea teoriei sale.



Spectrul electromagnetic

În 1915, Einstein a făcut cunoscută teoria generală a relativității care extinde cadrul teoriei relativității restrânse la fenomenele legate de gravitație, de exemplu atracția care se exercită între corpurile dotate cu masă. Dacă teoria relativității restrânse a fost confirmată experimental de nenumărate ori, teoria generală a relativității nu a fost încă pe deplin validată. Ea este însă, de departe, cea mai elegantă, riguroasă şi larg acceptată teorie a gravitației, fiind utilizată în cercetările de cosmologie şi astrofizică.

După Einstein, gravitația are proprietatea de a „curba" spațiul şi timpul. Geometria euclidiană este inaplicabilă spațiilor curbe tot aşa cum geometria plană este inaplicabilă obiectelor tridimensionale. Un pătrat se desenează în plan marcând colțurile şi unindu-le prin segmente de dreaptă de lungime egală care să formeze între ele unghiuri de 90°. Dar dacă vrem să desenăm un pătrat pe suprafața unei sfere nu mai putem aplica aceeaşi metodă, căci în spațiile curbe geometria euclidiană nu este valabilă. În teoria lui Einstein se arată că spațiul tridimensional este curbat, curbura sa datorându-se acțiunii câmpului gravitațional generat de corpurile dotate cu masă. În vecinătatea unui obiect masiv – o stea sau o planetă – spațiul se curbează, iar gradul de



Cum se deplasează un pătrat în plan şi pe sferă.

curbură depinde de masa obiectului. Şi cum, în teoria relativităţii spaţiul nu este separat de timp, timpul este afectat la rândul său de prezenţa materiei, derulându-se cu viteze diferite în diferite zone din Univers. Teoria generală a relativităţii a lui Einstein aboleşte, astfel, conceptele de timp absolut şi spaţiu absolut. Nu numai că toate rezultatele măsurătorilor de timp şi spaţiu au caracter relativ, dar întreaga structură spaţio-temporală depinde de distribuţia materiei în Univers, iar conceptul de „vid" îşi pierde semnificaţia.

Concepţia clasică se bazează pe noţiunea de corp solid care se deplasează în vid. Ea îşi păstrează valabilitatea în domeniul „dimensiunilor medii", adică la viteze obişnuite, domeniu în care fizica clasică este un instrument util. Atât conceptul de corp solid, cât şi cel de vid sunt adânc înrădăcinate în mintea noastră, astfel încât este foarte dificil să ne imaginăm o realitate în definirea căreia să putem face abstracţie de ele. Şi totuşi, exact asta ne obligă teoria relativităţii să facem atunci când studiem fenomene care se petrec dincolo de graniţa „dimensiunilor medii". În cosmologie şi astrofizică – ştiinţele macrouniversului – termenul de „vid" şi-a pierdut sensul, iar conceptul de corp solid a fost eliminat de fizica atomică – ştiinţa microuniversului.

La sfârşitul secolului al XIX-lea şi începutul secolului al XX-lea au fost descoperite fenomene legate de structura atomului care sunt imposibil de explicat în termeni clasici. Prima dovadă că atomul are o structură s-a datorat descoperirii radiaţiilor X, un nou tip de radiaţie care şi-a găsit binecunoscutele aplicaţii în medicină. Dar radiaţia X nu constituie singurul tip de radiaţie emisă de atomi. Curând după radiaţiile X au fost descoperite radiaţiile emise de atomii aşa-numitelor substanţe radioactive. Radioactivitatea a dovedit că atomii au structură, şi că atomii substanţelor radioactive nu numai că emit diverse radiaţii, dar au şi capacitatea de a se transforma în alte tipuri de atomi.

În afara faptului că au devenit obiectul unor studii intense, aceste fenomene au fost utilizate în mod ingenios ca instrumente care permit cercetarea în profunzime a materiei. Astfel, Max von Laue a folosit radiațiile X în studiul modului în care sunt dispuși atomii în cristale, iar Ernest Rutherford a arătat că particulele α emise de substanțele radioactive pot juca rolul unor proiectile de mare viteză și, astfel, permit explorarea interiorului atomilor. Ele pot fi lansate asupra unor sisteme atomice pentru ca, prin studiul împrăștierii lor, să se poată trage concluzii cu privire la structura atomilor respectivi.

În urma experiențelor sale de bombardare a unor atomi cu particule α, Rutherford a obținut rezultate cu totul neașteptate. Departe de a fi particule grele și dure, așa cum se credea încă din antichitate, atomii s-au dovedit a include spații largi în care particule de dimensiuni extrem de reduse – electronii – gravitează în jurul unui nucleu de care-i leagă forțe de natură electrică. Nu este deloc ușor să ne imaginăm dimensiunea unui atom, atât este de departe de dimensiunile scalei macroscopice cu care suntem obișnuiți. Diametrul unui atom este de aproximativ o sutime de milionime de centimetru. Pentru a vă face o idee despre o asemenea dimensiune, imaginați-vă o portocală pe lângă mărimea globului terestru. Prin comparație, atomii unei asemenea portocale ar avea mărimea cireșelor. O mulțime de cireșe înghesuite una într-alta în interiorul unui glob mare cât Pământul – iată imaginea mărită a atomilor din care este compusă o portocală.

Așadar, atomul este ceva foarte mic în comparație cu obiectele macroscopice, dar mare în raport cu nucleul său. În tabloul nostru cu cireșe-atomi, nucleul ar fi atât de mic încât nu l-am putea vedea. Chiar dacă ne-am imagina o cireașă de dimensiunea unei mingi de fotbal, sau chiar de mărimea unei încăperi, nucleul ar fi încă prea mic pentru a-l putea vedea cu ochiul liber. Pentru a ni-l putea imagina, să presupunem că atomul ar crește până la dimensiunile celui mai mare dom din lume, catedrala Sf. Petru din Roma. Nucleul unui asemenea atom ar fi cât un grăunte de sarel

Un grăunte de sare în mijlocul catedralei Sf. Petru şi fire de praf rotindu-se în jurul acestuia în spaţiul vast al catedralei – iată imaginea nucleului şi a electronilor unui atom.

Curând după elaborarea modelului „planetar" al atomului s-a descoperit că numărul de electroni ai atomului unui element determină proprietăţile chimice ale elementului respectiv şi astăzi ştim că tabloul periodic al elementelor se construieşte adăugând succesiv protoni şi neutroni la nucleul celui mai uşor atom – atomul de hidrogen* – şi numărul corespunzător de electroni în „învelişul" său. Interacţiile dintre atomi sunt răspunzătoare pentru diversele procese chimice, astfel încât, în principiu, toată chimia poate fi înţeleasă pe baza legilor fizicii atomice. Stabilirea acestor legi n-a fost deloc uşoară. Descoperirea lor se datorează unui grup de fizicieni care a activat în anii '20 şi i-a inclus pe Niels Bohr din Danemarca, Louis Victor de Broglie din Franţa, Erwin Schrödinger şi Wolfgang Pauli din Austria, Werner Heisenberg din Germania şi Paul Dirac din Anglia. Aceşti oameni şi-au unit eforturile în ciuda graniţelor care-i despărţeau şi au instaurat una din cele mai bogate epoci din istoria ştiinţei moderne – epoca în care s-a luat pentru prima dată contact cu strania realitate atomică. Ori de câte ori fizicienii interogau natura printr-un experiment de fizică atomică, aceasta răspundea printr-un paradox; cu cât se încerca să se clarifice situaţia, cu atât paradoxul părea că se agravează. A durat mult până când fizicienii au acceptat faptul că aceste paradoxuri aparţin structurii realităţii atomice şi că ele se nasc ori de câte ori se încearcă să se descrie fenomene atomice în termeni clasici. Odată înţeles acest lucru, fizicienii au învăţat să pună corect întrebările şi să evite contradicţiile. Aşa cum spunea Heisenberg, „într-un anumit sens au pătruns spiritul cuantic" şi în final au elaborat formalismul riguros al acestei teorii.

Conceptele cuantice n-au fost uşor de acceptat nici după ce au fost formulate matematic. Efectul lor asupra

---

* Atomul de hidrogen este format dintr-un singur proton şi un singur electron.

imaginației fizicienilor a fost de-a dreptul cutremurător. Experimentele lui Rutherford arătaseră că atomii, departe de a fi materie rigidă, indestructibilă, sunt alcătuiți din particule minuscule care se deplasează în spații vaste și acum, teoria cuantică demonstra că aceste particule n-au nimic de-a face cu micile corpuri solide despre care se vorbea în teoria clasică. Entitățile subatomice au un caracter abstract și dual. În funcție de sistemul de observare, ele se comportă uneori ca niște particule, alteori ca niște unde; aceeași comportare dual o manifestă și lumina.

Particulă Undă

Este o proprietate stranie a materiei și a luminii. Pare imposibil de acceptat că ceva poate fi în același timp și particulă, adică o entitate cu volum foarte mic, și undă, adică ceva ce se împrăștie pe o arie foarte largă în spațiu. Această contradicție se află la originea paradoxurilor atât de asemănătoare cu *koan*-ii și care au condus în final la formularea teoriei cuantice. Totul a început odată cu descoperirea de către Max Planck a faptului că radiația termică nu este emisă în mod continuu, ci sub formă de „pachete de undă". Einstein le-a numit „cuante" și a stabilit că ele reprezintă un aspect fundamental al naturii. A avut destulă îndrăzneală ca să postuleze faptul că lumina, ca dealtfel orice formă de energie electromagnetică, se prezintă nu numai ca undă, dar și sub forma acestor cuante. Cuantele de lumină, care au dat numele teoriei cuantice, au fost acceptate *bona fide** drept particule și acum sunt numite fotoni. Ele sunt particule de un tip special: nu au masă și se deplasează cu viteza luminii.

---

* (lat.) de bună credință (*N.T.*)

Aparenta contradicție dintre cele două aspecte, corpuscular și ondulatoriu, a fost eliminată într-un mod neașteptat care a pus în discuție chiar ideea ce stă la baza concepției clasice despre lumină – aceea de realitate a lumii materiale. La nivel subatomic, materia nu există cu certitudine într-un anumit loc, ci mai degrabă prezintă „tendințe de a exista", iar evenimentele nu se desfășoară în mod cert la momente de timp bine definite și în moduri clar precizate, ci prezintă „tendința de a se produce". În formalismul teoriei cuantice aceste tendințe sunt denumite probabilități și sunt asociate unor mărimi matematice care descriu comportări ondulatorii. Iată de ce particulele sunt în același timp și unde. Nu unde „reale", tridimensionale, ca undele sonore sau ca cele formate pe suprafața apei. Ele sunt „unde de probabilitate", mărimi matematice abstracte care prezintă toate caracteristicile undelor și sunt corelate cu probabilitățile de a găsi particulele în anumite puncte din spațiu și la anumite momente de timp. Toate legile fizicii atomice sunt exprimate în termeni probabilistici. Un eveniment care se desfășoară la nivel atomic nu poate fi niciodată prevăzut cu certitudine; nu i se poate stabili decât probabilitatea de apariție.

Teoria cuantică a demolat astfel conceptele clasice de corp solid și de lege strict deterministă. La nivel subatomic, corpurile materiale solide ale fizicii clasice se prezintă ca unde de probabilitate, iar acestea se referă la probabilitatea interacțiilor. Analiza atentă a proceselor de observare în fizica atomică a condus la concluzia că particulele subatomice nu au sens ca entități izolate, ci numai ca intercorelări între procesele de pregătire a experimentului și măsurătorile propriu-zise. Iată că teoria cuantică a relevat unitatea Universului arătând că lumea nu poate fi compusă din entități independente între ele. Pe măsură ce coborâm la nivele submicroscopice, natura nu ne mai înfățișează „cărămizi solide, dure", ci ne apare mai curând ca un sistem de relații care leagă între ele diversele părți ale întregului. Observatorul este întotdeauna inclus în acest sistem. El reprezintă veriga ultimă în lanțul procesului de observare,

proprietăţile particulelor subatomice putând fi înţelese doar în termenii interacţiei lor cu observatorul. Idealul clasic de obiectivitate îşi pierde sensul. La nivel atomic nu mai funcţionează diviziunea carteziană dintre eu şi lume, dintre observator şi observabilă. În fizica atomică nu putem vorbi despre natură fără ca, în acelaşi timp, să vorbim şi despre noi înşine.

Noua teorie a rezolvat imediat problemele legate de structura atomului care nu puteau fi rezolvate în cadrul modelului planetar al lui Rutherford. Mai întâi, experimentele sale arătaseră că atomii care constituie materia solidă sunt formaţi în cea mai mare parte din spaţiu vid. Dar dacă noi şi toate obiectele care ne înconjoară suntem formaţi din spaţiu vid, atunci de ce nu putem trece prin ziduri? Altfel spus, ce anume conferă materiei aspectul compact?

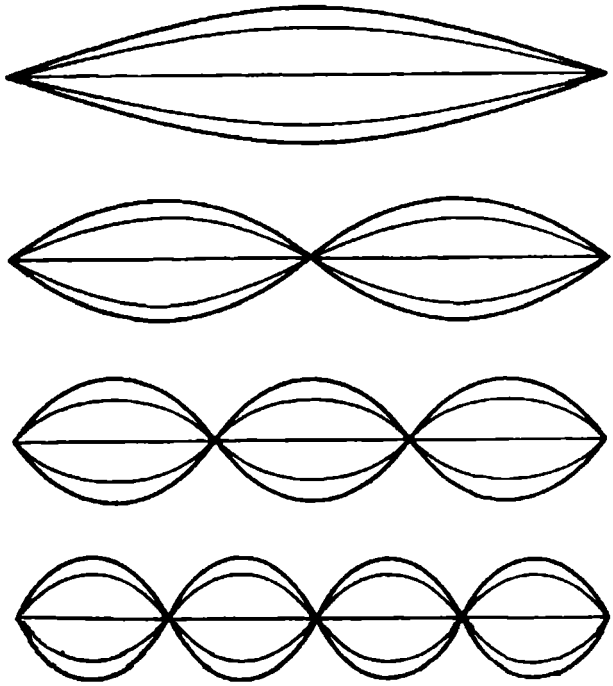
O a doua problemă era legată de extraordinara stabilitate mecanică a atomilor. Atomii suferă în aer milioane de ciocniri pe secundă şi totuşi îşi păstrează forma. Nici un sistem planetar supus legilor mecanicii clasice n-ar suporta asemenea procese de coliziune fără să îşi altereze forma. Dar un atom de oxigen îşi va menţine configuraţia electronică indiferent de frecvenţa ciocnirilor cu alţi atomi. În plus, toţi atomii de un anumit timp au aceeaşi configuraţie electronică. Doi atomi de fier şi, în consecinţă două bucăţi de fier pur vor fi absolut identice indiferent de provenienţa şi indiferent de istoria lor.

Teoria cuantică a demonstrat că toate aceste proprietăţi uimitoare ale atomilor se datorează naturii ondulatorii a electronului. Aspectul compact al materiei este o consecinţă a „efectului cuantic" şi a caracterului dual undă–corpuscul, caracteristică fără echivalent la nivel macroscopic. Ori de câte ori o particulă este constrânsă să rămână într-un spaţiu de dimensiuni reduse, ea reacţionează printr-o mişcare de rotaţie cu o viteză cu atât mai mare cu cât spaţiul afectat este mai restrâns. Pe de altă parte, la nivel atomic se află în competiţie două tipuri de forţe. Electronii sunt menţinuţi în jurul nucleului de forţe electrice; ei răspund atracţiei nucleului prin mişcarea de rotaţie cu atât mai rapidă cu cât

forța de atracție este mai puternică. Pentru exemplificare, atracția exercitată de nucleu asupra electronilor conduce la viteze de ordinul a 600 de mile pe secundă. Aceste viteze enorme fac ca atomul să pară o sferă compactă, tot așa cum o elice în rotație apare ca un disc. Comprimarea atomilor este foarte dificilă și iată de ce materia are aspect solid.

Deplasarea electronilor pe orbite în jurul nucleului este dictată de stabilirea unui echilibru între atracția exercitată de nucleu asupra electronilor și reacțiunea acestora la confinarea într-un spațiu redus. Dar orbitele atomice sunt foarte diferite de orbitele planetare din sistemul solar, diferența datorându-se comportării ondulatorii. Atomul nu poate fi asimilat cu un sistem planetar. În loc de particule care se rotesc în jurul nucleului trebuie să ne imaginăm unde de probabilitate dispuse pe anumite orbite. Ori de câte ori vom efectua măsurători, vom găsi electronii undeva pe orbite, dar nu s-ar putea spune că ei „gravitează în jurul nucleului" în sens clasic.

Undele electronice asociate electronilor de pe orbitele atomilor sunt unde staționare. Asemenea unde staționare se produc ori de câte ori undele sunt forțate să rămână în regiuni de dimensiuni finite, ca de exemplu cazul undelor produse de vibrațiile unei corzi de ghitară sau de vibrațiile aerului dintr-un fluier (vezi diagrama din figura următoare). Este binecunoscut faptul că undele staționare prezintă un aspect bine definit, cu un număr limitat de maxime (ventre) și minime (noduri). În cazul undelor electronice din atomi, aceasta înseamnă că electronii se pot găsi numai pe anumite orbite cu raze bine definite. Electronul hidrogenului, de exemplu, se poate afla numai pe prima, a doua, a treia etc. orbită, dar în nici un alt punct din spațiu. În condiții normale se va afla pe orbita cea mai apropiată de nucleu, numită orbită fundamentală. De acolo, dacă primește suficientă energie, electronul poate trece pe orbite superioare; atunci se spune că atomul se află în „stare excitată", stare pe care o părăsește după câtva timp eliminând surplusul de energie sub forma unei cuante de energie electromagnetică – foton.



Unde staţionare într-o coardă vibrantă.

Stările atomice, adică formele orbitelor electronice şi distanţele dintre ele sunt aceleaşi pentru toţi atomii care conţin un număr dat de electroni. De aceea, doi atomi de oxigen sunt absolut identici. La un moment dat ei se pot afla în diferite stări excitate, dar după un timp se întorc invariabil la aceeaşi stare fundamentală. Astfel, natura ondulatorie a electronilor este răspunzătoare pentru faptul că oricare doi atomi ai aceluiaşi element sunt identici, ca şi pentru marea stabilitate mecanică.

O caracteristică specială a stărilor atomice este aceea că ele pot fi specificate complet prin intermediul unui set de

numere numite „numere cuantice", care indică localizarea şi forma orbitelor electronice. Primul număr cuantic este numărul orbitei şi indică energia pe care trebuie să o aibă un electron pentru a se afla pe acea orbită; alte două numere cuantice conţin informaţia asupra undei asociate electronului – viteza de rotaţie şi orientarea electronului* Faptul că toate aceste proprietăţi sunt exprimate matematic prin numere întregi arată că electronul nu îşi modifică oricum mişcarea de rotaţie, ci doar poate trece de la o orbită la alta. Valorile cele mai mari sunt asociate stărilor excitate, starea fundamentală fiind aceea în care electronii se află pe orbita cea mai apropiată de nucleu.

Tendinţe de localizare, particule care reacţionează la constrângeri prin deplasări cu viteze din ce în ce mai mari, atomi care trec brusc dintr-o „stare cuantică" în alta – iată câteva din neobişnuitele caracteristici ale lumii atomice. Dar forţa care produce toate fenomenele atomice acţionează şi la nivel macroscopic. Este vorba despre forţa de atracţie dintre nucleul încărcat pozitiv şi electronii încărcaţi negativ. Corelarea acestei forţe cu comportarea ondulatorie a electronilor dă naştere unei extraordinare varietăţi de fenomene. Este cauza reacţiilor chimice şi a formării moleculelor – acele agregate alcătuite din atomi între care se exercită forţe de atracţie. Interacţia dintre electroni şi nucleul atomic stă la baza existenţei stărilor de agregare solidă, lichidă şi gazoasă, a tuturor organismelor vii şi a tuturor proceselor biologice asociate.

În această lume extrem de bogată a fenomenelor atomice, nucleul joacă rolul unui centru minuscul şi stabil, sursă a forţei electrice şi constituie scheletul variatelor structuri moleculare. Pentru a înţelege aceste structuri şi multiplele procese şi fenomene care se desfăşoară în lumea înconjurătoare nu este necesar să cunoaştem despre nuclee mai mult decât masa şi sarcina lor electrică. Dar pentru a

---

* „Rotaţia" electronului pe orbită nu trebuie înţeleasă în sens clasic; ea este determinată de forma undei asociate, adică de probabilităţile de existenţă a particulei în anumite zone ale orbitei.

înţelege structura materiei, pentru a afla care sunt componentele sale ultime, trebuie studiat nucleul atomic. În anii '30, când teoria cuantică a revelat lumea atomică, principala sarcină a fizicienilor s-a dovedit a fi studiul nucleului, al componenţilor săi şi al forţelor care se exercită între aceşti componenţi.

Primul mare pas spre înţelegerea structurii nucleului a fost făcut prin descoperirea neutronului ca cea de-a doua particulă constituentă a nucleului atomic, particulă cu masa aproximativ egală cu a protonului – adică de vreo 2000 de ori mai mare decât a electronului – dar fără sarcină electrică. Prin această descoperire s-a stabilit compoziţia nucleului şi în plus s-a arătat că forţa nucleară care se stabileşte între protoni şi neutroni este un fenomen cu totul nou. Nu este de origine electromagnetică, de vreme ce neutronii nu au sarcină electrică. Fizicienii au înţeles că este vorba de un nou tip de forţă care nu se manifestă nicăieri în afara nucleului.

Nucleul atomic este de aproximativ 10 000 de ori mai mic decât întregul atom şi totuşi în el este conţinută aproape toată masa atomului. Aceasta dovedeşte că materia nucleară este extrem de densă în comparaţie cu celelalte forme de materie pe care le cunoaştem. Într-adevăr, dacă substanţa corpului omenesc ar fi comprimată până ar atinge densitatea materiei nucleare, ea nu ar ocupa un spaţiu mai mare decât gămălia unui ac. Această enormă densitate nu este unica proprietate care ne uimeşte. Fiind, ca şi electronii, de natură cuantică, „nucleonii" – cum sunt numiţi generic protonii şi neutronii – reacţionează la confinare prin adoptarea unor viteze mari de deplasare şi cum spaţiul în care sunt constrânşi să existe este mult mai mic decât în cazul electronilor, reacţia lor este mult mai violentă. Ei se rotesc în interiorul nucleului cu viteze de aproximativ 40 000 mile pe secundă! Iată că materia nucleară este ceva cu totul diferit de ceea ce cunoaştem în lumea macroscopică. Ne-o putem imagina ca fiind formată din mici picături de lichid extrem de dens care colcăie într-o fierturâ violent bolborositoare.

Ceea ce conferă materiei nucleare asemenea neobişnuite proprietăţi este forţa nucleară teribil de puternică; ceea

ce dă forței nucleare aspectul atât de particular este raza sa de acțiune extrem de redusă. Ea acționează numai între nucleoni aflați la distanțe de ordinul a două-trei diametre nucleonice. La asemenea distanțe forța nucleară este o forță de atracție, dar dacă nucleonii se apropie mai mult, ea devine repulsivă, astfel încât aceștia nu se pot apropia oricât de mult unul de altul. Forțele nucleare păstrează în acest fel nucleul într-o stare extrem de stabilă, deși într-un echilibru foarte dinamic.

Studiul atomilor și al nucleelor atomice oferă o imagine în care materia este concentrată în picături minuscule separate prin distanțe enorme. În zonele vaste dintre nucleele masive compuse din particule care se deplasează cu viteze incredibile, se află electronii. Ei conțin doar o mică fracțiune din masa totală, dar conferă materiei aspectul compact și se dovedesc a fi legăturile necesare în construcția structurilor moleculare. Sunt, de asemenea, implicați în reacțiile chimice și responsabili pentru proprietățile chimice ale substanțelor. Reacțiile nucleare nu se manifestă la acest nivel, deoarece energiile implicate nu sunt suficiente pentru a perturba echilibrul nucleului.

Această formă de existență a materiei, cu multiplele sale aspecte și „texturi", cu complicatele sale structuri moleculare, este posibilă numai în condiții speciale, când temperatura nu este prea ridicată și vibrațiile moleculelor nu sunt foarte puternice. Atunci când energia termică crește însutit, așa cum se întâmplă cu majoritatea stelelor, structurile moleculare și atomice se distrug. Universul există, în mare măsură, într-o stare diferită de cea descrisă până acum. În centrul stelelor sunt acumulate mari cantități de materie nucleară, iar procesele nucleare, extrem de rare pe Pământ, predomină. Ele sunt esențiale pentru variatele fenomene stelare observate de astronomi, fenomene datorate unei combinații de efecte nucleare și gravitaționale. Procesele care au loc în centrul Soarelui au o importanță deosebită pentru planeta noastră, căci ele furnizează

energia necesară mediului nostru înconjurător. Descoperirea faptului că energia provenită de la Soare, legătură vitală cu lumea infinită a astrelor, este rezultatul reacțiilor nucleare care au loc la nivel submicroscopic a reprezentat un triumf pentru fizica modernă.

În anii '30 evoluția cercetării lumii submicroscopice a atins un stadiu în care oamenii de știință au considerat că au găsit în sfârșit „cărămizile de bază" din care se compune materia. Se știa că există atomii constituiți la rândul lor din protoni, neutroni și electroni. Aceste așa-numite „particule elementare" erau considerate a fi acele ultime elemente indestructibile – atomii lui Democrit. Deși teoria cuantică arată, după cum am menționat deja, că lumea nu se poate descompune în părți independente, acest fapt nu era unanim acceptat în acea vreme. Modul de gândire clasic era încă dominant și mulți fizicieni concepeau încă lumea în termenii celor mai mici „cărămizi"; de altfel, această concepție mai dăinuie și astăzi.

Alte două descoperiri au venit să arate că o asemenea concepție trebuie abandonată. Una dintre ele a fost experimentală, cealaltă teoretică și amândouă au început prin anii '30. În ceea ce privește fizica experimentală, pe măsură ce se rafinau tehnologiile și se dezvolta tehnica de detecție au fost descoperite noi particule. Și așa numărul lor a crescut de la 3 la 6 în 1935, apoi la 18 prin 1955, pentru ca astăzi să cunoaștem peste 200 de „particule elementare". În figura următoare, cele două tabele reproduse dintr-o publicație recentă[11] cuprind clasificarea celor mai multe dintre particulele cunoscute astăzi. Ele reprezintă un argument convingător în sprijinul afirmației că atributul „elementar" nu mai este adecvat situației actuale. Pe măsură ce, de-a lungul anilor, s-au descoperit din ce în ce mai multe particule, a devenit evident faptul că nu toate pot fi numite „elementare" și astăzi ideea cea mai răspândită printre fizicieni este că nici una nu merită acest nume.

Meson Table

April 1974

entry	$I^G(J^P)C_n$	entry	$I^G(J^P)C_n$	entry	$I^G(J^P)C_n$	entry	I (J^P)
π (140)	$1^-(0^-)+$	$-\eta_N$ (1080)	$0^+(N^-)+$	ρ′ (1600)	$1^+(1^-)-$	K (494)	1/2(0⁻)
η (549)	$0^+(0^-)^*$	A_1 (1100)	$1^-(1^+)+$	A_1 (1640)	$1^-(2^-)+$	K* (892)	1/2(1⁻)
ε (600)	$0^+(0^+)^*$	$-N$ (1150)	$0^+(N^-)+$	ω (1675)	$0^-(N^-)-$	κ	1/2(0⁺)
δ (770)	$1^+(1^-)-$	$-A_{1-3}$(1170)	1^-	g (1680)	$1^+(3^-)-$	Q	1/2(1⁺)
ω (783)	$0^-(1^-)-$	B (1235)	$1^+(1^+)+$	$-X$ (1690)	?	K*(1420)	1/2(2⁻)
$-N$ (940)		$-\rho'$ (1250)	$1^+(1^-)-$	$-X$ (1795)	1	$-K_N$(1660)	1/1
$-N$ (953)	?	f (1270)	$0^+(2^+)+$	$-S$ (1850)	1	$-\bar{\eta}_N$(1760)	1/1
η′ (958)	$0^+(0^-)+$	D (1285)	$0^+(A_1)+$	$-A_4$ (1960)	1^-	L (1770)	1/2(A)
ϕ (970)	$1^-(0^-)+$	A_2 (1310)?	$1^-(2^-)+$	$-\rho$ (2100)	1^+	$-K_N$(1850)	
$-N$ (990)	$0^+(A_1)-$	E (1420)	$0^+(A_1)+$	$-T$ (2200)	1	$-K^*$(2200)	
S* (993)	$0^+(0^+)+$	$-X$ (1430)	0	$-\rho$ (2275)	1^+	$-K^*$(2800)	
ϕ (1019)	$0^-(1^-)-$	$-X$ (1440)	1	$-B$ (2360)	1		
$-N$ (1033)		f′ (1516)	$0^+(2^+)+$	$-N\bar{N}$ (2375)	0	- Exotics	
$-K_1$(1040)	1^+	P_1 (1540)	I (A)	$-X$(1500–3400)			

Baryon Table

April 1974

N(939)	P11	****	Δ(1232)	P33	****	Λ(1116)	P01	****	Σ(1193)	P11	****	Ξ(1317)	P11
N(1470)	P11	****	Δ(1650)	S31	****	Λ(1330)		Need	Σ(1385)	P13	****	Ξ(1530)	P13
N(1520)	D13	****	Δ(1670)	D33	***	Λ(1405)	S01	****	Σ(1440)		Need	Ξ(1630)	
N(1535)	S11	****	Δ(1688)	P35	*	Λ(1520)	D03	****	Σ(1480)		*	Ξ(1820)	
N(1670)	D15	****	Δ(1890)	F33	***	Λ(1670)	S01	****	Σ(1620)	S11	**	Ξ(1950)	
N(1688)	F15	****	Δ(1900)	S31	*	Λ(1690)	D03	****	Σ(1660)	P11	**	Ξ(2030)	
N(1700)	S11	****	Δ(1910)	P31	***	Λ(1750)	P01	**	Σ(1670)	D13	*****	Ξ(2250)	
N(1780)	D13	**	Δ(1950)	F37	****	Λ(1815)	F05	****	Σ(1670)		**	Ξ(2380)	
N(1780)	P11	***	Δ(1960)	D15	**	Λ(1820)	D05	***	Σ(1690)		**		
N(1810)	P13	***	Δ(2160)		**	Λ(1860)	P03	**	Σ(1750)	S11	***	Ω(1672)	P03
N(1900)	F13	**	Δ(2420)	H3,11	***	Λ(1870)	S01	**	Σ(1765)	D15	****		
N(2000)	F15	**	Δ(2850)		***	Λ(2010)	D03	**	Σ(1840)	P13	*		
N(2050)	D13	**	Δ(3230)		***	Λ(2020)	F07	**	Σ(1880)	P11	**		
N(2100)	S11	*				Λ(2100)	G07	****	Σ(1915)	F15	****		
N(2100)	D15	*	Σ0(1780)	P01	*	Λ(2110)	? 05	*	Σ(1940)	D13	***		
N(2190)	G17	****	Σ0(1865)	D03	*	Λ(2350)		****	Σ(2000)	S11	*		
N(2220)	H19	****	Σ1(1900)	P13	*	Δ(2585)		***	Σ(2030)	F17	****		
N(2600)		***	Σ1(2150)		*				Σ(2070)	F15	*		
N(3030)		***	Σ1(2300)		*				Σ(2080)	P13	**		
N(3245)		*							Σ(2100)	G17	**		
N(3465)		*							Σ(2250)		****		
N(3755)		*							Σ(2455)		***		
									Σ(2620)		***		
									Σ(3000)		**		

**** Good, clear, and unmistakable. *** Good, but in need of clarification or not absolutely certain.
** Needs confirmation. * Weak.

În sprijinul acestei convingeri vin realizările teoretice care au însoțit descoperirea experimentală a respectivelor particule. Curând după elaborarea teoriei cuantice a devenit evident faptul că descrierea completă a fenomenelor nucleare nu încape în cadrul oferit de teoria cuantică şi trebuie să se facă apel şi la teoria relativității. Aceasta deoarece vitezele particulelor constrânse să se deplaseze în spații de dimensiunea diametrelor nucleare se apropie de viteza luminii. Observația este esențială pentru descrierea comportării lor, căci un fenomen care presupune viteze apropiate de viteza luminii nu poate fi descris corect decât în cadrul teoriei relativității. Va fi în mod necesar o descriere „relativistă". Aşadar, pentru a putea înțelege complet lumea nucleului avem nevoie de o teorie care să înglobeze teoria relativității şi teoria cuantică. O asemenea teorie nu a fost încă elaborată, astfel încât nu avem nici până astăzi un model teoretic satisfăcător al nucleului. Deşi deținem destule informații despre structura acestuia şi despre interacțiile care se produc la nivelul său, nu înțelegem încă suficient natura şi complexitatea forțelor nucleare. Nu există o teorie a nucleului comparabilă cu teoria cuantică ce descrie atomul. Dispunem de câteva modele „cuantic-relativiste" care explică foarte bine unele aspecte, însă fuzionarea teoriei cuantice şi a celei relativiste într-o teorie completă a particulelor elementare constituie încă principala preocupare a fizicienilor teoreticieni.

Teoria relativității a influențat profund concepția noastră despre materie, obligându-ne să modificăm drastic conceptul de particulă. În fizica clasică, masa unui obiect a fost asociată întotdeauna cu noțiunea de substanță indestructibilă, un fel de suport material din care sunt făcute toate corpurile. Teoria relativității a arătat că masa nu are nimic de-a face cu substanța, ea nefiind altceva decât o formă de energie. Energia este o mărime dinamică asociată activității şi proceselor de transformare. Faptul că masa unei particule este echivalentul unei anumite cantități de energie arată că particula nu poate fi gândită ca un obiect static, ci ca o entitate dinamică, deci ca un proces care implică energie, aceasta manifestându-se ca masă.

Acest nou mod de a concepe lumea particulelor a fost inițiat de Dirac, atunci când a formulat ecuația relativistă ce

descrie comportarea electronilor. Teoria lui Dirac s-a dovedit de mare succes în explicarea unor detalii legate de structura atomică şi în plus, a relevat simetria materie-antimaterie. Ea a prezis existenţa unui anti-electron, particulă cu masa egală cu a electronului, dar cu sarcină electrică de semn opus. Această particulă încărcată pozitiv şi numită astăzi pozitron a fost într-adevăr descoperită la doi ani după ce Dirac prezisese existenţa ei. Simetria materie–antimaterie presupune existenţa câte unei particule corespunzătoare fiecărei particule, cu masa egală şi cu sarcină electrică opusă. Dacă se furnizează suficientă energie se pot crea perechi particulă–antiparticulă; procesul invers, de anihilare, transformă perechea în energie pură. Teoria lui Dirac a prezis existenţa proceselor de creare şi anihilare înainte ca ele să fie puse în evidenţă experimental; de atunci, ele au fost observate de milioane de ori.

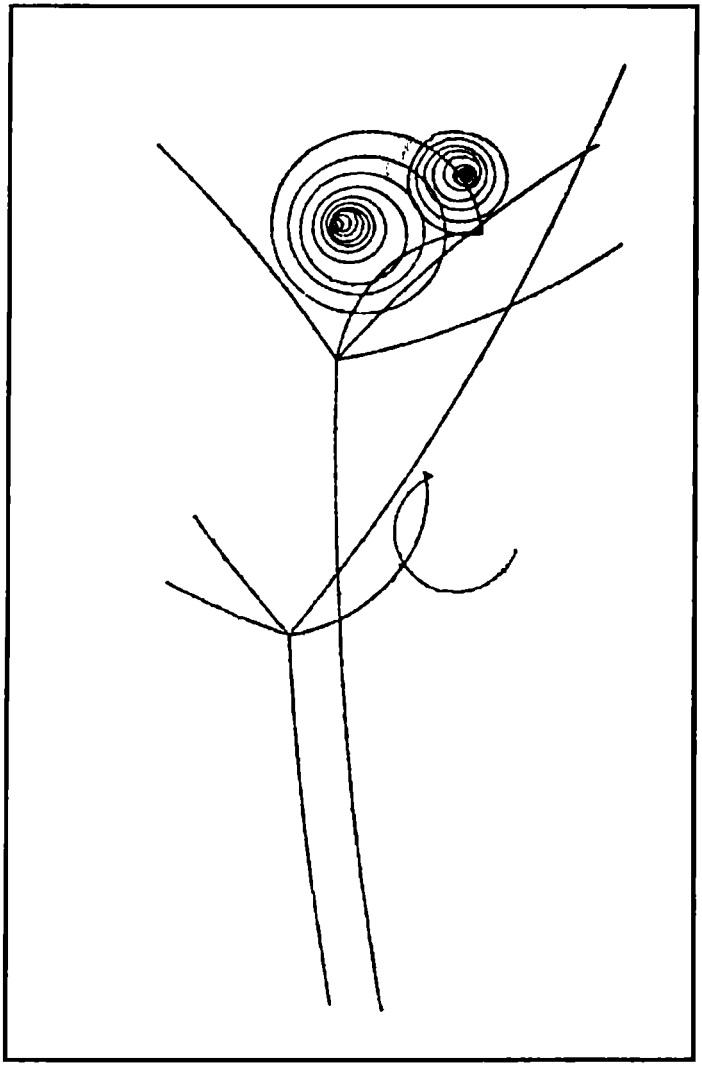
Crearea particulelor din energie pură reprezintă cu siguranţă cel mai spectaculos rezultat al teoriei relativităţii şi poate fi înţeleasă numai în cadrul concepţiei expuse mai sus. În perioada anterioară abordării relativiste a studiului particulelor elementare, constituenţii materiei erau consideraţi elemente indestructibile, nemodificabile sau corpuri complexe care puteau fi descompuse în elemente din ce în ce mai simple, iar întrebarea-cheie era: se poate descompune la nesfârşit materia sau se ajunge în cele din urmă la constituenţi elementari, indivizibili? Odată cu descoperirea lui Dirac această problemă a apărut într-o altă lumină. Când două particule de mare energie se ciocnesc, ele se „sparg în bucăţi", dar particulele rezultate nu sunt nicidecum mai mici decât cele din care provin, ci sunt particule de acelaşi tip create din energia de mişcare (energia cinetică) implicată în procesul de ciocnire. Problema divizării materiei este astfel rezolvată într-un mod cu totul neaşteptat. Particulele nu pot fi descompuse decât într-un singur fel: făcându-le să se ciocnească la energii uriaşe. Astfel, materia este descompusă la nesfârşit, dar fără a se ajunge la particule mai mici; dimpotrivă, la asemenea energii se generează particule. Cu alte cuvinte, particulele subatomice sunt destructibile şi indestructibile în acelaşi timp.

Această stare de lucruri este condamnată să rămână paradoxală din punctul de vedere clasic, static, al „celor mai

mici cărămizi". Doar prin adoptarea punctului de vedere relativist se elimină paradoxul. Particulele sunt privite ca nişte entităţi sau procese dinamice, care implică anumite energii pe care noi le percepem drept masă. Prin coliziune, energia celor două particule care interacţionează este redistribuită spre a genera noi entităţi, iar dacă energia cinetică furnizată a fost suficientă, aceste noi entităţi ne pot apărea ca nişte particule.

Procesele de ciocnire la energii foarte mari constituie pentru fizicieni principala metodă de studiu a proprietăţilor acestor particule, aşa încât fizica particulelor elementare mai este numită şi „fizica energiilor înalte". Energiile cinetice necesare unor asemenea procese se obţin cu ajutorul acceleratoarelor de particule, dispozitive complexe de formă circulară, cu circumferinţa de câteva mile, în care protonii sunt accelerați până la viteze apropiate de viteza luminii şi apoi suferă ciocniri cu alţi protoni sau cu neutroni. Este surprinzător şi impresionant faptul că asemenea uriaşe maşini sunt necesare în studiul lumii infinitului mic. Ele sunt super-microscoapele timpului nostru.

Majoritatea particulelor generate în aceste procese de coliziune există un timp extrem de scurt – cu mult mai puţin de o milionime de secundă –, după care se dezintegrează în protoni, neutroni şi electroni. În ciuda infimului lor timp de viaţă, aceste particule pot fi detectate şi caracteristicile lor măsurate; mai mult, urmele traseelor lor pot fi fotografiate! Urmele traseelor sunt produse în aşa-numitele camere cu bule într-o manieră similară traiectoriilor avioanelor cu reacţie. Particulele ale căror urme sunt vizualizate au dimensiuni mult mai mici decât bulele care formează traiectoria, dar pe baza formei şi îngustimii traiectoriei fizicienii identifică particula care a produs-o. În fotografia alăturată se pot vedea urme lăsate într-o cameră cu bule. Punctele din care se desprind mai multe traiectorii sunt puncte de ciocnire, iar curbura traiectoriilor este cauzată de câmpurile magnetice aplicate pentru a permite identificarea lor. Experimentele de coliziune constituie principala noastră metodă de studiu al proprietăţilor şi interacţiilor particulelor, iar aceste frumoase urme liniare, spirale sau curbe lăsate în camera cu bule sunt, din acest motiv, de maximă importanţă pentru fizica modernă.



Această fotografie şi altele asemănătoare au fost obținute în urma unui proces de inversare, pentru a se pune mai bine în evidență traseele particulelor; este o metodă la care fizicienii recurg adesea.

Experimentele de împrăştiere la energii înalte efectuate în ultimele decenii au demonstrat cu putere natura dinamică a particulelor elementare. Ele au pus în evidenţă o materie permanent susceptibilă de mutaţii. Orice particulă se poate transforma în altă particulă; poate fi generată din energie şi se poate transforma în energie. În această lume, concepte clasice ca „particulă elementară", „substanţă", „corp izolat" şi-au pierdut înţelesul; întregul Univers ne apare ca un sistem dinamic de entităţi şi procese energetice inseparabile.

Până în prezent nu dispunem de o teorie bine închegată care să descrie lumea subatomică, deşi există câteva modele care explică foarte bine unele aspecte. Ele nu sunt lipsite de dificultăţi matematice şi din anumite puncte de vedere se contrazic reciproc, dar toate sunt de acord în privinţa caracterului dinamic al materiei şi a unităţii lumii. Ele arată că proprietăţile unei particule pot fi înţelese numai din perspectiva interacţiilor sale cu mediul şi că, din această cauză, particula nu poate fi privită ca o entitate izolată, ci ca parte a întregului.

Teoria relativităţii nu afectează numai imaginea pe care ne-o făcusem despre particulele elementare, ci şi concepţia noastră în legătură cu forţele de interacţie dintre ele. Din punct de vedere relativist, aceste forţe – de atracţie sau de respingere – reprezintă schimburi de particule. Acest concept este dificil de asimilat. Reprezintă o consecinţă a caracterului cvadridimensional al spaţiu-timpului suabtomic, caracter greu de intuit şi încă şi mai greu de exprimat în cuvinte. El este însă esenţial pentru înţelegerea fenomenelor subatomice, deoarece leagă forţele care se exercită între unii din constituenţii materiei de proprietăţile altor constituenţi şi astfel unifică noţiunile de forţă şi materie care, de la filosofii atomişti greci încoace păreau fundamental diferite. Atât forţele, cât şi materia par să îşi aibă originea în acele entităţi dinamice pe care le numim particule.

Faptul că particulele interacţionează prin intermediul unor forţe care se manifestă prin schimbul altor particule constituie un alt motiv care face ca lumea subatomică să nu poată fi descompusă în părţi componente. Începând de la

nivelul macroscopic şi coborând până la cel nuclear, forţele care se exercită între corpuri sunt relativ slabe ca intensitate, astfel încât într-o bună aproximaţie se poate spune că diferitele corpuri sunt alcătuite din părţi componente. Despre un bob de sare se poate spune că este alcătuit din molecule, moleculele la rândul lor din două ţipuri de atomi, atomii din nuclee şi electroni, iar nucleele din protoni şi neutroni. La nivelul particulelor elementare lucrurile nu mai pot fi privite la fel.

În ultimii ani s-au înmulţit dovezile în sprijinul afirmaţiei că protonii şi neutronii sunt şi ei particule compuse; dar forţele care menţin respectivele componente împreună sau – ceea ce înseamnă acelaşi lucru – vitezele particulelor subnucleonice sunt atât de mari, încât recurgând la modul de abordare relativist se dovedeşte că forţele nu sunt altceva decât particule. Astfel, distincţia dintre componentele subnucleonice şi forţele care se exercită între componentele subnucleonice nu mai are suport, iar aproximaţia particulelor compuse este depăşită. Lumea particulelor nu se poate descompune în componente elementare.

Fizica modernă priveşte aşadar Universul ca pe un întreg dinamic, indivizibil şi de care observatorul nu se poate separa. Noţiunile tradiţionale de spaţiu, timp, obiect izolat, cauză şi efect îşi pierd sensul. Această imagine se apropie foarte mult de aceea a misticilor din Orient. Asemănările devin evidente în cadrul teoriei cuantice şi al celei relativiste şi mai ales în modelele cuantic-relativiste care descriu domeniul subatomic, modele pentru elaborarea cărora se combină cele două teorii şi care prezintă tulburătoare trimiteri la mistica orientală.

Înainte de a mă ocupa de paralela dintre fizica modernă şi mistica orientală, voi rezuma principalele teme şi idei caracteristice şcolilor filosofice orientale şi anume pe acelea relevante pentru cititorul nefamiliarizat cu ele. Mă voi referi la hinduism, budism şi taoism. În următoarele cinci capitole voi încerca să descriu cadrul istoric, trăsăturile şi concepţiile filosofice ale acestor tradiţii spirituale, punând accent pe acele aspecte şi noţiuni care sunt de mare importanţă pentru comparaţia cu fizica modernă.

II calea mistică

$$\mathcal{L} = \bar{\psi} i \gamma^\mu D_\mu \psi - \frac{i}{2} g \bar{\psi} \gamma^\mu (D_\mu U) \psi - m \bar{\psi} U \psi + \frac{1}{16 f^2} \mathrm{Tr}(D^\mu U D_\mu U^\dagger)$$

$$= \bar{N} i \gamma^\mu (D_\mu + M_\mu) N - m \bar{N} N + \frac{1}{16 f^2} \mathrm{Tr}(D^\mu U D_\mu U^\dagger)$$

$$N = U^{1/2} \psi$$

$$D_\mu U = \partial_\mu U - 2 i g f \gamma_5 \rho \vec{\tau} (\vec{\psi} \times \vec{\rho}_\mu) + i g \gamma_5 \sigma \vec{\tau} \vec{a}_\mu - 2 g f \rho \vec{a}_\mu \vec{\psi}$$

$$D_\mu N = \partial_\mu N - i g \left[\sigma \frac{\vec{\tau}}{2} - (1+g') \gamma_5 f \rho (\vec{\tau} \times \vec{\psi}) + \frac{2 f^2 \rho^2}{1+\sigma} (\vec{\tau} \vec{\psi}) \vec{\psi} \right] N \vec{\rho}_\mu$$

$$- i g \left[(1+g') \gamma_5 \sigma \frac{\vec{\tau}}{2} - f \rho (\vec{\tau} \times \vec{\psi}) + (1+g') \gamma_5 \frac{2 f^2 \rho^2}{1+\sigma} (\vec{\tau} \vec{\psi}) \vec{\psi} \right] N \vec{a}_\mu$$

$$M_\mu = U^{1/2} \partial_\mu U^{-1/2} + \frac{g'}{2} (U^{1/2} \partial_\mu U^\dagger) U^{-1/2}$$

$$U = \sigma (f^2 \psi^2) + 2 i f \gamma_5 \rho (f^2 \psi^2) \vec{\tau} \vec{\psi}$$

१ म २ अष्ट ।]

ऋतस्य यज्ञस्य धूर्षदं धुरि निर्वहणे सीदन्तं यज्ञनिर्वाहकमग्निं मित्रं न मित्रमिव समिधानः इध्मैर्दीप्यमानः ऋञ्जते । प्रसाधयति । ऋञ्जतिः प्रसाधनकर्मा । इन्धानः । सम्यग्दीप्यमानः । अकः । ज्वालासमिदादिभिराक्रान्तः । अन्यैरनाक्रान्तो वा । क्रमेश्छान्दसो डः । विदथेषु । यज्ञेषु वेदयत्सु स्तोत्रेषु निमित्तभूतेषु दीद्यत् स्वयं दीप्यमानोऽस्मदीयां धियं प्रज्ञां यागादिविषयां शुक्रवर्णां शुभ्रवर्णां निर्मलां ज्योतिष्टोमादि कर्म वा उद् यंसते । उद्द्योतयत्येव । यमेर्लेट्यडागमः । सिप् । उशब्दोऽवधारणे । धीरिति कर्मनाम । धीः शमीति तन्नामसु पाठात् ॥

5 hinduismul

Un fapt care trebuie subliniat, căci este esențial pentru cunoaşterea curentelor filosofice despre care se va vorbi, este acela că ele sunt în esență religioase. Scopul lor principal îl reprezintă experiența mistică directă şi atâta timp cât această experiență este de natură religioasă, ele nu pot fi separate de religie. Această afirmație este valabilă pentru hinduism mai mult decât pentru oricare altă tradiție orientală; în hinduism filosofia şi religia sunt inseparabile. S-a spus că gândirea indiană este în totalitate religioasă, iar hinduismul nu numai că a influențat de-a lungul secolelor activitatea intelectuală în India, dar i-a determinat aproape în totalitate viața socială şi culturală.

Hinduismul nu poate fi desemnat drept filosofie şi nici nu reprezintă o religie bine definită. Este, mai degrabă, un complex organism socio-religios compus din nenumărate secte, culte şi curente filosofice, implicând ritualuri, ceremonii şi discipline spirituale variate şi incluzând divinizarea unui număr impresionant de zeități. Multiplele fațete ale puternicei şi persistentei tradiții spirituale oglindesc complexitatea cadrului geografic, rasial, lingvistic şi cultural al subcontinentului indian. Influența hinduismului acoperă toată gama manifestărilor spiritului, de la concepțiile filosofice de mare profunzime rezervate elitei şi până la practicile rituale

populare. Dacă majoritatea adepților nu sunt decât simpli pelerini care păstrează vie religia populară prin practici de divinație zilnice, nu este mai puțin adevărat că hinduismul a produs și un număr de personalități care i-au făcut cunoscute ideile.

Hinduismul își află sursele în *tradiția vedică*, o culegere de texte antice datorate unor autori anonimi – așa-numiții „vizionari vedici". Sunt patru culegeri de *Vede*, cea mai veche dintre ele fiind *Rig Veda*. Redactate în sanscrită, limba sacră a Indiei, *Vedele* constituie pentru majoritatea sectelor hinduiste cea mai înaltă autoritate religioasă. În India, orice sistem filosofic care nu recunoaște autoritatea tradiției vedice este considerat neortodox.

Tradiția vedică cuprinde mai multe părți compuse în perioade diferite în intervalul 1500–500 î.Hr. Cele mai vechi texte cuprind imnuri sacre și rugăciuni. Altele reprezintă manuale de cult, ocupându-se de sacrificiile rituale și de formele ceremoniale aferente, iar ultimele, numite *Upanishade*, cuprind învățăturile spirituale ale maeștrilor. *Upanishadele* rezumă esența mesajului spiritual al hinduismului. Aceste texte au inspirat cele mai remarcabile conștiințe ale Indiei în ultimele 25 de secole; în acest sens, iată ce se spune în următorul fragment:

> *Upanișadele sunt ca o armă care se ascute prin meditație,*
> *Ca un arc pe care, cu atenția întreagă îndreptată asupra*
> *Adevărului, asupra lui Ceea Ce Este, încordându-l, prietene*
> *Să ținteşti Nepieritorul cum ai străpunge o țintă.*[1]

Masele populare au receptat învățăturile hinduismului nu prin intermediul *Upanishadelor,* ci prin intermediul poemelor epice care rezumă mitologia indiană, vastă și plină de culoare. Unul dintre aceste poeme epice, *Mahabharata,* include cel mai important text cu conținut religios, *Bhagavad*

Gita. Gita, cum îl numesc indienii, este un dialog între zeul Krishna şi războinicul Arjuna, acesta din urmă aflat în mare dilemă, căci este forţat să lupte împotriva propriilor rude în marele razboi care-i aduce faţă în faţă pe descendenţii aceluiaşi neam şi care constituie nucleul epic al Mahabharatei. Krishna, deghizat în conducător al carului de luptă al lui Arjuna, îl duce pe acesta chiar în spaţiul dintre cele două armate şi în momentul de maxim dramatism dinaintea declanşării bătăliei îi revelează învăţăturile profunde ale hinduismului. Pe măsură ce zeul vorbeşte, fundalul realist al bătăliei celor două familii se estompează şi devine evident că lupta lui Arjuna este bătălia spirituală a fiinţei umane, este bătălia în care războinicul se străduieşte să atingă iluminarea. Krishna însuşi îl sfătuieşte pe Arjuna:

> *De aceea, tăind cu sabia Cunoaşterii Sinelui îndoiala din inima, născută din necunoaştere, îndreaptă-te spre yoga şi ridică-te, mare războinic, ridică-te, o, Bharata.*[2]

Doctrina spirituală expusă de Krishna, doctrina hinduistă, are la bază ideea că fenomenele nu sunt decât manifestări diferite ale aceleiaşi realităţi ultime. Această realitate, numită *Brahman*, reprezintă conceptul unificator care conferă religiei hinduiste caracterul monoteist.

Brahman este „sufletul", esenţa sacră a Universului. Este infinit şi transcende conceptualizarea; nu este accesibil pe cale intelectuală, nici nu poate fi cuprins în cuvinte. „... supremul *Brahman,* fără de început, despre care se spune că nu este nici Fiinţă, nici Nefiinţă."[3] – „Mai presus de înţelegere se află Marele Suflet, fără sfârşit, nenăscut, de necuprins cu mintea."[4] Şi totuşi oamenii vor să vorbească despre această realitate, iar înţelepţii hinduişti, cu predilecţia cunoscută pentru mit, se referă la *Brahman* ca la o divinitate şi vorbesc despre el în limbaj mitic. Diferitele aspecte ale Divinităţii au primit numele zeilor cărora li se închină

hinduiştii, dar scripturile arată că toţi aceşti zei nu sunt decât reflexii ale unicei realităţi primordiale:

> *Astfel, când se spune: „Sacrifică-i aceluia, sacrifică-i celuilalt", zeilor unul câte unul, aceasta este creaţiunea sa parte cu parte, căci el însuşi este toţi zeii.*[5]

Corespondentul lui *Brahman* la nivelul sufletului omenesc este numit *Atman.*

> *Ramura aceasta este cea în care totul îşi are firea, este Realul, este Sinele. Este Atman.*[6]

Tema principală, care revine mereu în mitologia hinduistă, este aceea a creării lumii prin sacrificiul Divinităţii – „sacrificiu" în sensul original al noţiunii, acela de „a sacraliza" – prin care din Divinitate se naşte lumea care, în final, se va întoarce în Divinitate. Actul creator al Divinităţii este numit *lila*, jocul sacru, iar lumea nu este altceva decât scena pe care se joacă piesa sacră. Ca toate celelalte mituri hinduiste, mitul *lila* este impregnat de magie. *Brahman este* marele vrăjitor care face să se nască lumea prin „puterea sa creatoare magică" – aceasta fiind semnificaţia originară a termenului *maya* în *Rig Veda*. *Maya*, unul din conceptele fundamentale ale filosofiei indiene, şi-a schimbat în timp semnificaţia. Dacă la început prin *maya* se înţelegea „puterea", „capacitatea" actorului sau a vrăjitorului divin de a crea formele lumii, mai târziu a ajuns să desemneze starea celui orbit de iluzia jocului magic. Atâta timp cât confundam multitudinea formelor divinei *lila* cu realitatea însăşi, fără să percepem unitatea lui *Brahman* aflată la baza acestei multiplicităţi, suntem sclavii *maya*-ei.

Maya nu presupune caracterul iluzoriu al lumii, aşa cum se afirmă adesea în mod eronat. Iluzia se află la nivelul înţelegerii noastre, în faptul de a lua drept realitate formele şi structurile, obiectele şi fenomenele din jurul nostru, în loc de a înţelege că ele nu sunt decât concepte abstracte produse

de intelect. *Maya* este iluzia prin care conceptele sunt identificate cu realitatea, prin care harta este confundată cu teritoriul.

În viziunea adepților hinduismului, multiplicitatea formelor este *maya* – relativă, fluidă, permanent schimbătoare, întreținută de marele regizor divin. *Maya* se schimbă în mod continuu, căci divină *lila* este un joc ritmic, dinamic. Forța care pune în mișcare acest mecanism este *karma*, un alt concept de maximă importanță pentru gândirea indiană. *Karma* înseamnă „acțiune". Este principiul activ al jocului, care face ca întregul Univers să se afle în mișcare în așa fel încât fiecare entitate să fie conectată dinamic cu restul. Așa cum se spune în *Gita*, „Karma este forța creației, prin care toate primesc viață."[7]

Semnificația *karmei*, ca și aceea a conceptului de *maya*, a fost translatată din plan cosmic în plan uman, unde a căpătat dimensiune psihologică. Atâta timp cât percepem lumea doar fragmentar, atâta timp cât ne aflăm sub imperiul *maya*-ei, gândind propria noastră ființă ca separată de restul realității, rămânem înlănțuiți de *karma*. A te elibera de constrângerea *karmei* înseamnă a fi conștient de unitatea și armonia naturii în care propria noastră ființă este inclusă, și a acționa în conformitate cu această concepție. *Gita* afirma fără ezitare:

> *Indestructibilul este supremul Brahman; Natura proprie este numită Sinele suprem; Creația care aduce la viață ființele este numită sacrificiu.*[8]

Pentru a risipi *maya*, pentru a ne elibera de lanțurile *karmei*, trebuie să înțelegem toate fenomenele perceptibile pe cale senzorială ca părți ale unei realități unice. Să experimentăm direct și concret starea de unic – *Brahman.* În filosofia hinduistă, această experiență este numită *moksha,* „eliberare" și constituie scopul suprem, esența filosofiei hinduiste.

Hinduismul admite existența a nenumărate căi de eliberare. Nu așteaptă ca adepții să caute să atingă starea divină în același mod și, de aceea, dispune de concepte, ritualuri și exerciții spirituale diferite corespunzătoare diverselor căi ce pot fi urmate pentru a atinge iluminarea. Faptul că multe concepte și multe practici au caracter contradictoriu nu-i îngrijorează defel pe hinduiști, căci ei știu că *Brahman* se află, oricum, dincolo de concepte și imagini. Din această atitudine derivă marea toleranță și caracterul atotcuprinzător al religiei hinduiste.

Cea mai intelectualistă școală este Vedanta, care are la bază *Upanishadele* și în care *Brahman* apare ca un concept impersonal, metafizic, eliberat de orice conținut mitologic. În ciuda caracterului pronunțat metafizic, intelectualizant, calea de eliberare propusă de Vedanta este substanțial diferită de acelea oferite de orice școală filosofică occidentală, presupunând meditație zilnică și alte exerciții spirituale pentru realizarea unității cu *Brahman.*

O altă metodă importantă și cu mare influență este cea cunoscută sub numele de *yoga*, cuvânt care are semnificația de „a uni", „a lega" și se referă la realizarea unirii eu-lui cu *Brahman.* Există numeroase școli sau „căi" yoga care oferă tehnici corporale și discipline mentale ce se adresează unor categorii diferite de oameni și presupun nivele spirituale diferite.

Pentru hinduistul obișnuit, cea mai populară modalitate de a își apropia Divinul consta în a-L diviniza în forma zeilor și a zeițelor. Fertila imaginație indiană a creat mii de asemenea zeități în nenumărate ipostaze și încarnări. Astăzi în India, cei mai importanți trei zei sunt Shiva, Vishnu și Marea Zeiță. Shiva este unul dintre cei mai vechi zei indieni, divinizat în multe ipostaze. Când este reprezentat ca personificare a lui *Brahman* este numit *Mahesvara*, Zeul Suprem; el poartă, de asemenea, multiplele atribute singulare ale Divinului, cea mai

celebrată imagine a sa fiind aceea de *Nataraja,* Rege al Dansatorilor. Dănțuitor cosmic, Shiva creează și distruge lumile, întreținând prin dansul său ritmul nesfârșit al Universului.

La rândul său, Vishnu apare în religiozitatea populară în numeroase ipostaze, una din ele fiind aceea a zeului Krishna din *Bhagavad Gita.* Rolul său constă, în general, în a face posibilă organizarea Universului. Ultima divinitate a acestei triade este Shakti, Marea Zeiță Mamă, divinitate arhetipală simbolizând în numeroasele sale reprezentări energia feminină a Universului. Shakti apare și în ipostaza de soție a lui Shiva și cei doi sunt adesea reprezentați într-o îmbrățișare pasionată pe pereții templelor decorați cu sculpturi magnifice, care radiază o senzualitate complet străină artei religioase a Occidentului. Spre deosebire de majoritatea religiilor apusene, hinduismul nu a condamnat niciodată senzualitatea; adepții hinduismului consideră trupul o parte integrantă, neseparată de spirit, a ființei umane. Dealtfel hinduistul nu încearcă să își disciplineze prin voință dorințele trupului, ci caută să se realizeze ca întreg, cu trup și suflet. Tantrismul medieval, școală ce derivă din hinduism, caută iluminarea pe calea experienței sexuale în care, așa cum spun *Upanishadele*, „fiecare este amândoi":

> *Așa cum cel îmbrățișat de femeia dragă nu știe nimic dinafară, nici dinlăuntru, la fel și Spiritul acesta, îmbrățișat de Sinele intelectual, nu știe nimic dinafară, nici dinlăuntru.*[9]

Shiva a fost asociat acestei forme de mistică erotică medievală și tot așa s-a întâmplat și cu Shakti și cu multe alte divinități feminine care populează mitologia hinduistă. Această abundență a elementului feminin demonstrează încă o dată că latura fizică, senzuală a condiției umane, asociată întotdeauna cu femininul, este parte integrantă a Sacrului. Zeițele panteonului hinduist sunt fecioare pe care artiștii le reprezintă în îmbrățișări de o frumusețe amețitoare.

Spiritul occidental este şocat de numărul incredibil de divinităţi feminine şi masculine ale mitologiei hinduiste, ca şi de variatele lor ipostaze şi încarnări. Spre a înţelege cum se poate descurca hinduistul în acest hăţiş de divinităţi, nu trebuie să pierdem din vedere faptul că, pentru el, toate sunt în esenţă identice. Toate sunt manifestări ale aceleiaşi realităţi sacre şi reflectă multiplele aspecte ale infinitului, omniprezentului şi – în cele din urmă – incomprehensibilului *Brahman.*

6 budismul

Vreme de mai multe secole budismul a constituit tradiția spirituală dominantă în cea mai mare parte a Asiei incluzând Indochina, Sri Lanka, Nepal, Tibet, China, Coreea şi Japonia. Ca şi hinduismul în India, budismul a avut o puternică influență asupra vieții culturale şi artistice a acestor țări. Însă, spre deosebire de hinduism, budismul are un singur fondator, Siddharta Gautama, cel numit Budha. El a trăit în India pe la mijlocul secolului al VI-lea î.H., adică în epoca fabuloasă care a fost martora existenței atâtor genii ale spiritualității: Confucius şi Lao Tse în China, Zarathustra în Persia, Pitagora şi Heraclit în Grecia.

Dacă hinduismul este puternic impregnat de mitologie şi ritual, principala dimensiune a budismului este cea psihologică. Budha nu a urmărit satisfacerea curiozității omeneşti în legătură cu originea lumii, natura divinului şi alte asemenea întrebări. El era preocupat exclusiv de condiția umană, de suferință şi frustrare. Astfel, doctrina sa nu este una metafizică, ci se constituie într-o metodă de psihoterapie. El a revelat originea suferințelor omeneşti şi calea de urmat pentru înlăturarea lor, preluând conceptele străvechi *maya, karma, nirvana,* etc. şi îmbogățindu-le, conferindu-le noi dimensiuni relevante din punct de vedere psihologic.

După moartea părintelui său, budismul s-a scindat în două şcoli, Hinayana şi Mahayana. Hinayana, „Micul

Vehicul", este şcoala budistă ortodoxă, care se revendică d la învăţăturile lui Budha însuşi, în timp ce Mahayana, sa „Marele Vehicul", promovează o atitudine mai flexibilă faţ de interpretarea dogmei, afirmând că tradiţia trebuie urmat nu atât în litera, cât în spiritul său. Budismul Hinayana s- răspândit în Ceylon, Burma şi Thailanda, iar budismu Mahayana în special în Nepal, Tibet, China şi Japonia şi câpătat o influenţă şi o autoritate mai mari decât Hinayana În India, budismul a fost asimilat după multe secole d religia hinduistă, flexibilă şi tolerantă, iar Budha însuşi a fos acceptat în cele din urmă ca încarnare a zeului Vishnu.

Pe măsură ce s-a răspândit în interiorul continentulu asiatic, budismul Mahayana a venit în contact cu o mar varietate de civilizaţii, culturi şi mentalităţi care au preluat ş au interpretat doctrina lui Budha adaptând-o specificulu propriu, detaliind multe aspecte şi adăugându-i idei originale Astfel, aceste popoare au păstrat budismul peste secole c o religie vie şi aşa a fost posibil să se dezvolte şcoli filosofic care sondează în profunzime psihicul uman.

În ciuda nivelului intelectual ridicat pe care îl presupun din partea adepţilor aceste filosofii, budismul Mahayana nu se pierde niciodată în speculaţii abstracte. Ca în toate şcolile mistice orientale, intelectul este privit mai degrabă ca instrumentul care pregăteşte calea spre experienţa mistică directă, pe care budiştii o numesc „iluminare". Sensul acestei experienţe constă în a trece dincolo de regatul intelectului, al distincţiilor şi contrariilor cu care operează raţiunea şi în a ajunge în planul *acintya*, dincolo de gândire, unde realitatea apare ca un tot nedivizat, nediferenţiat.

Aceasta este experienţa pe care a trăit-o într-o noapte Siddharta Gautama, după şapte ani de asceză în sălbăticia pădurilor. Aşezat sub un smochin – veneratul copac al lui Budha, Arborele Trezirii –, în profundă meditaţie, el găseşte dintr-o dată răspunsul la toate întrebările care-l frământaseră, obiectul căutărilor sale, în însuşi actul „completei, neasemuitei treziri" şi astfel devine *Budha*, adică „Iluminatul". Pentru lumea Orientului, imaginea lui Budha

şezând în stare de profundă meditaţie este la fel de semnificativă ca şi imaginea lui Isus răstignit pentru lumea Occidentului creştin; ea a inspirat nenumăraţi artişti din toată Asia care au creat superbe sculpturi înfăţişându-l pe Budha în meditaţie.

Conform tradiţiei budiste, imediat după dobândirea trezirii, Budha a plecat la Benares şi a predicat învăţătura sa asceţilor care-i fuseseră ucenici, pe Pajiştea Cerbilor. Le-a dezvăluit existenţa celor Patru Adevăruri, doctrină pe care o abordează într-un mod ce nu diferă esenţial de modul în care îşi elaborează fizicienii modelele, identificând mai întâi cauza suferinţei, afirmând existenţa unei căi de a o curma şi în cele din urmă arătând care este remediul.

Primul Adevăr este acela că există suferinţă, *duhkha*, caracteristica esenţială a condiţiei umane. Această suferinţă, sau frustrare, se datorează dificultăţii de a accepta că tot ce ne înconjoară este supus trecerii. „Toate se nasc şi toate mor"[1] a spus Budha; budismul îşi află originea în afirmarea ideii că transformarea şi trecerea sunt aspecte esenţiale ale naturii. Suferinţa apare, în concepţia budiştilor, atunci când ne împotrivim trecerii şi încercăm să creăm forme fixe, care – fie că este vorba de obiecte, fenomene, oameni sau idei – sunt toate *maya*. Doctrina nepermanenţei include şi ideea inexistenţei ego-ului etern care ar suporta experienţe succesive. Budismul afirmă că ideea existenţei unui eu separat este o iluzie, o altă formă de *maya*, o noţiune abstractă fără corespondent în realitate. Faptul de a ne agăţa de această noţiune conduce la acelaşi sentiment de frustrare ca şi perseverarea în a concepe orice fel de formă fixă.

Al Doilea Adevăr se referă la cauza suferinţei, *trishna*. Aceasta este dorinţa, tânjirea fără sens bazată pe o concepţie greşită despre viaţă, care în filosofia budistă se numeşte *avidya,* sau ignoranţă. Din ignoranţă concepem lumea perceptibilă ca pe o lume divizată în individualităţi separate şi încercăm să încorsetăm formele fluide ale realităţii în categoriile fixe create de mentalul nostru. Atâta

timp cât această concepție prevalează, trăim la fiecare experiență a noastră un sentiment de frustrare. Căutând să ne agățăm de formele pe care le credem imuabile, dar care sunt de fapt, supuse trecerii, ne găsim prinşi într-un cerc vicios în care fiecare acțiune generează o alta şi răspunsul dat unei întrebări nu face altceva decât să nască alte întrebări. Cercul acesta vicios este numit în budism *samsara,* ciclul reîncarnărilor, iar motorul său este *karma,* lanțul cauzelor şi al efectelor.

Al Treilea Adevăr este acela că frustrarea şi suferința pot fi înlăturate. Este cu putință să ieşim din cercul vicios *samsara*, să ne eliberăm de lanțurile *karmei* şi să atingem starea de totală eliberare numită *nirvana*. În această stare dispare concepția de eu separat şi se trăieşte senzația constantă a lumii ca întreg, ca unitate. *Nirvana* este echivalentul *mohksha*-ei din hinduism; fiind o stare a conştiinței aflată în afara zonei intelectului, scapă oricărei încercări de a o descrie. A intra în *nirvana* înseamnă a atinge iluminarea, sau starea de Budha.

Al Patrulea Adevăr revelează calea care duce la extincția suferinței, sau Calea Cu Opt Ramuri pentru atingerea stării de Budha. Am menționat deja primele două „ramuri" ale căii; ele pretind ca punct de plecare corecta observare şi cunoaştere a condiției umane. Următoarele patru se referă la modul de acțiune. Ele oferă regulile după care se desfăşoară viața adeptului religiei budiste, regulile Căii de Mijloc între complementarele extreme. Ultimele două „ramuri" ale căii se referă la trezire şi meditație, şi descriu experiența mistică directă a realității, care este scopul suprem al practicilor budiste.

Budha nu şi-a organizat ideile într-un sistem filosofic, ci a considerat că ele au valoare doar ca instrumente care permit atingerea stării de iluminare. El accentuează nepermanența lucrurilor şi insistă asupra libertății individului față de orice autoritate spirituală, inclusiv aceea a doctrinei budiste, arătând că nu face altceva decât să indice calea de urmat – modalitatea în care ea va fi abordată depinzând de

efortul fiecăruia. Ultimele cuvinte rostite de el pe patul de moarte rezumă viziunea sa asupra lumii şi atitudinea sa ca maestru spiritual: „Descompunerea este inerentă tuturor celor compuse. Străduiţi-vă să dobândiţi trezirea."[2]

În primele secole după moartea lui Budha, călugării budişti s-au reunit în Concilii în care au recitat învăţăturile maestrului şi au dezbătut probleme de doctrină. La cel de-al patrulea Conciliu, cel din Ceylon (Sri Lanka), în secolul I d.Hr., tradiţia care se răspândise vreme de cinci veacuri numai pe cale orală, a fost pentru prima dată transcrisă. Acest text, redactat în dialectul Pali, este cunoscut sub numele de Canonul Pali şi constituie textul fundamental al budismului ortodox Hinayana. Şcoala Mahyana, pe de altă parte, are ca bază doctrinară un număr de *sutre*, texte ample, redactate în sanscrită un secol sau două mai târziu, în care învăţăturile lui Budha sunt prezentate într-o formă mult mai elaborată, mai doctă decât în cazul Canonului Pali.

Şcoala Mahayana se autointitulează Marele Vehicul al Budismului în virtutea faptului că oferă adepţilor o mare diversitate de metode sau căi pentru a atinge starea de Budha. Acestea au la bază o doctrină care pune accent pe devotamentul religios faţă de învăţătura lui Budha, ca şi un demers filosofic care operează cu concepte foarte apropiate de cele ale ştiinţei moderne.

Exponentul cel mai important al şcolii Mahayana şi unul din cei mai profunzi maeştri ai budismului, Ashvaghosha, a trăit în primul secol al erei noastre. El a strâns laolaltă învăţăturile curentului Mahayana – în special cele care se referă la conceptul de „ceea ce este" – într-o carte numită *Trezirea Credinţei*. Acest text de o mare frumuseţe, care aminteşte pe alocuri de *Bhagàvad Gita*, constituie primul tratat de budism Mahayana şi a devenit unul din textele clasice pentru adepţii acestei şcoli.

Scrierile lui Ashvaghosha l-au influenţat puternic pe Nagarjuna, cel mai intelectual dintre filosofii Mahayana, care a demonstrat în termeni dialectici limitările conceptualizării. Cu argumente strălucite el sancţionează enunţurile

metafizice care dominau epoca arătând în final că realitatea nu poate fi încătuşată în idei şi concepte. El a numit această realitate *sunyata,* „vid" sau „gol", echivalentul termenului *tathata* care apare la Ashvaghosha; odată cu recunoaşterea inutilităţii conceptualizării se trăieşte experienţa realităţii ca pură stare de a fi.

Afirmaţia lui Nagarjuna, conform căreia trăsătura esenţială a materiei este starea de vid, este departe de a propune punctul de vedere nihilist, aşa cum este înţeleasă de obicei. Mai degrabă vrea sa acuze lipsa de substanţă a conceptelor cu care operează intelectul uman. Când realitatea este percepută ca vid, ea nu este văzută ca inexistenţă, ci ca sursă a vieţii şi esenţă a formelor.

Concepţia, expusă până aici, care constituie cadrul filosofic al budismului Mahayana, reflectă latura sa intelectuală, speculativă. Dar este doar un aspect al doctrinei. Căci există complementarul său, care implică credinţa, iubirea şi mila. Şcoala Mahayana consideră că adevărata înţelepciune, înţelepciunea în iluminare (*bodhi*), presupune două elemente, pe care D. T. Suzuki le numeşte „cei doi stâlpi care susţin marele edificiu al budismului". Este vorba despre *prajna*, sau înţelepciunea, inteligenţa intuitivă şi de *karuna*, iubirea sau mila.

Tot astfel, esenţa tuturor lucrurilor este descrisă în filosofia budistă Mahayana nu doar ca „ceea ce este" sau Vid, ci şi prin termenul *Dharmakaya*, „Trupul Fiinţei", care semnifică realitatea aşa cum apare ea în conştiinţa religioasă budistă. *Dharmakaya* este echivalentul lui *Brahman* din hinduism. El se află în toate lucrurile iar în mentalul uman este reflectat de *bodhi*, înţelepciunea dobândită în iluminare. Este în acelaşi timp de natură materială şi spirituală.

Accentuarea iubirii şi a milei drept componente esenţiale ale înţelepciunii şi-a găsit expresia cea mai înaltă în idealul de Bodhisattva, una din realizările cele mai de seamă ale budismului Mahayana. Bodhisattva este omul înălţat spiritual care tinde să devină Budha care nu caută

iluminarea pentru el însuşi, ci caută ca înainte de a intra în *nirvana* să-i îndrume şi pe ceilalţi să atingă starea de Budha. Ideea îşi are rădăcinile în hotărârea lui Budha – prezentată în tradiţia budistă drept un proces de conştiinţă foarte complex şi nu ca o simplă decizie – de a se întoarce în lume după experienţa intrării în *nirvana* pentru a arăta semenilor săi calea salvării. Idealul de Bodhisattva este în acord cu doctrina budistă a non-eului, căci dacă este adevărat că nu există eu separat, ideea de individ care trăieşte de unul singur experienţa intrării în *nirvana* nu are sens.

Elementul credinţă este puternic accentuat de şcoala numită a Pământurilor Pure, ramură a budismului Mahayana. Ideea de bază a acestei şcoli filosofice este aceea exprimată în doctrina budistă, care spune că starea originară a tuturor oamenilor este aceea de Budha şi susţine că pentru a intra în *nirvana* sau Pământul Pur, este suficient să crezi cu tărie în propria ta stare Budha originară.

Filosofia budistă culminează, după mulţi autori, cu şcoala *Avatamsaka*, şcoală care are la bază *sutra* cu acelaşi nume. Această *sutra* este considerată nucleul budismului Mahayana şi întruneşte aprecierile entuziaste ale lui Suzuki:

> *Cât despre Avatamsaka-sutra, ea este chintesenţa gândirii budiste, a spiritualităţii budiste, a experienţei budiste. Pentru mine, nici o altă scriere religioasă a lumii nu se apropie de grandoarea concepţiei, profunzimea sentimentului şi monumentalitatea compoziţiei atinse de această sutra. Este fântâna veşnică a vieţii, de la care nimeni nu pleacă însetat sau doar pe jumătate sătul.*[3]

Această sutra a stimulat conştiinţa chinezilor şi a japonezilor mai mult decât orice altceva atunci când budismul Mahayana s-a răspândit în Asia. Contrastul dintre modul de viaţă chinez şi japonez, pe de o parte, şi cel indian, pe de alta, este atât de mare încât s-a spus că ele ar reprezenta polii mentalităţii omeneşti. În timp ce chinezii şi japonezii sunt practici şi orientaţi spre social, indienii sunt imaginativi,

înclinați spre meditație. Când filosofii chinezi şi japonezi au început să traducă şi să interpreteze *Avatamsaka*, unul din textele cele mai importante produse de geniul religios budist, cei doi poli s-au combinat pentru a forma o unitate dinamică din care au rezultat filosofiile *Hua-yen* în China şi *Kegon* în Japonia care constituie, după Suzuki, „apogeul gândirii budiste, produsul cel mai de seamă elaborat în ultimele două milenii."[4]

Tema centrală a sutrei *Avatamsaka* este unitatea şi intercorelarea tuturor fenomenelor, o concepție care nu constituie doar esența viziunii orientale, dar şi concluzia derivată din cercetările în fizică. Se dovedeşte astfel că *Avatamsaka Sutra* oferă cele mai izbitoare asemănări cu modelele şi teoriile fizicii moderne.

7 gândirea chineză

Când budismul a pătruns în China în primul secol d.Hr., a întâlnit o cultură veche de peste două mii de ani. Gândirea flosofică atinsese punctul său culminant în perioada de sfârşit a dinastiei Zhou (circa 500 – 221 î.Hr.), epoca de aur a filosofiei chineze, şi de atunci i-a fost acordată cea mai înaltă preţuire.

Încă de la începuturile sale această filosofie a prezentat două aspecte complementare. Chinezii, oameni cu simţ practic şi conştiinţă socială puternică, au produs o filosofie orientată spre social, spre relaţiile inter-umane, valorile morale şi ştiinţa guvernării. Dar acesta este numai un aspect al gândirii chineze. Complementarul acestuia este aspectul mistic, acela care impune filosofiei ca scop suprem depăşirea interesului faţă de social şi atingerea unor planuri superioare ale conştiinţei. Este vorba despre iluminare, idealul chinez de înţelepciune prin realizarea unităţii mistice cu întregul Univers.

Dar înţeleptul chinez nu trăieşte exclusiv la nivelul acestui plan de înaltă spiritualitate, ci este în mod egal implicat în viaţa socială. El realizează în el însuşi unificarea celor două aspecte complementare ale condiţiei umane – înţelepciunea intuitivă şi cunoaşterea pragmatică, contemplaţia şi acţiunea – pe care chinezii le-au asociat cu imaginea înţeleptului şi a regelui; oameni realizaţi pe toate

planurile, care, aşa cum spune Chuang Tse „prin nemişcare devin înţelepţi, prin mişcare devin regi."[1]

Aceste două modalităţi de abordare au dus la apariţia, în cursul celui de-al şaselea secol î.Hr., a două şcoli filosofice distincte: confucianismul şi taoismul. Confucianismul este filosofia organizării societăţii, a bunului simţ şi a spiritului practic. El a oferit societăţii chineze un sistem educaţional şi un sistem de norme etice şi de reguli de conduită. Scopul său principal a fost acela de a edifica un cadru etic în care să se desfăşoare relaţiile de familie cu structura lor complexă şi ritualurile cultului strămoşilor. De cealaltă parte, taoismul este preocupat de observarea naturii şi de aflarea Căii, de găsire a lui *Tao*. Fericirea nu este posibilă, după taoişti, decât prin urmarea ordinii firesti a lucrurilor, prin acţiune spontană şi prin încrederea în cunoaşterea intuitivă.

Aceste două tendinţe se constituie în poli opuşi ai filosofiei chineze, dar în China ele au fost privite întotdeauna ca aspecte complementare ale condiţiei umane. Dacă în educaţia copiilor, care sunt datori să înveţe regulile şi normele etice necesare conviețuirii, sistemul confucianist se află la loc de cinste, calea taoistă este urmată cu precădere de cei maturi pentru a recâştiga spontaneitatea şi naturaleţea alterate de convenţiile sociale. În secolul al XI-lea şi al XII-lea şcoala neo-confucianistă a încercat o sinteză între confucianism, budism şi taoism, filosofie care a culminat cu opera lui Chu Hsi, unul din cei mai mari gânditori ai Chinei. Remarcabilul Chu Hsi a combinat ucenicia în şcoala confucianistă cu o profundă înţelegere a filosofiilor budistă şi taoistă, încorporând în sinteza sa filosofică elemente ale celor trei tradiţii.

Numele şcolii confucianiste se datorează lui Kong Fu-Tse, sau Confucius, maestru venerat care a considerat că misiunea sa este aceea de a transmite discipolilor străvechea tradiţie culturală. Dar a făcut mai mult decât atât, căci a dat o interpretare în perspectivă morală tradiţiei.

Canonul confucianist are la bază Cele Şase Cărţi Clasice, vechi scrieri de filosofie, ritualuri, poezie, muzică şi istorie care reprezintă moştenirea spirituală a „maeştrilor" chinezi din vechime. Tradiţia l-a asociat pe Confucius cu toate aceste opere, considerându-l când autor, când comentator sau editor; exegeza modernă a stabilit însă că el n-a fost nici autor, nici comentator şi nici măcar editor al acestor texte clasice. Cugetările sale sunt cunoscute sub numele *Lun-Yu* sau Analectele lui Confucius, o colecţie de aforisme compilată de câţiva dintre discipolii săi.

Părintele taoismului este Lao Tse, nume care se traduce prin „Bătrânul Maestru"– conform tradiţiei, un contemporan mai vârstnic al lui Confucius. Lui îi este atribuită o carte de aforisme devenită textul clasic al taoismului. În China, cartea este cunoscută sub numele autorului, *Lao Tse*, în timp ce în Vest este numită *Tao Te Ching* (Cartea Căii şi a Virtuţii), un nume care i s-a dat ceva mai târziu. Am vorbit deja despre ambiguitatea exprimării şi despre limbajul poetic şi atât de bogat în semnificaţii al acestei cărţi pe care Joseph Needham o consideră „fără discuţie, cea mai profundă şi mai frumoasă operă scrisă vreodată în China."[2]

Celălalt text esenţial al religiei Taoiste este *Chuang tse*, o lucrare de dimensiuni mult mai mari decât *Tao Te Ching* al cărei autor, Chuang Tse, a trăit la două sute de ani după Lao Tse. După părerea exegeţilor moderni nici *Chuang tse* şi, foarte probabil, nici *Lao tse* nu sunt datorate unui singur autor, ci reprezintă mai degrabă o colecţie de aforisme compilate de autori diferiţi în epoci diferite.

Atât *Analectele* lui Confucius, cât şi *Tao Te Ching* beneficiază de stilul compact şi sugestiv, tipic pentru gândirea chineză. Aceasta nu este încorsetată de logica abstractă şi astfel exprimarea este foarte diferită de cea specific occidentală. Cuvintele au valenţe gramaticale multiple putând avea valoare de substantive, adjective sau verbe, iar succesiunea lor în frază este dictată mai curând

de conținutul emoțional, decât de regulile gramaticale. Cuvintele limbii chineze diferă foarte mult de semnele abstracte care sunt vehiculele unor concepte clar definite. Ele sunt simboluri ale unor sunete cu mare forță de sugestie, purtând o întreagă încărcătură de imagini picturale și emoții. Vorbitorul chinez nu intenționează atât să exprime o idee, cât să influențeze, să emoționeze ascultătorul. Tot astfel, ideograma nu este doar un semn abstract, ci o structură organică – „gestalt" – aptă să păstreze întregul complex de imagini și întreaga forță de sugestie a cuvântului.

Filosofii chinezi uzează de un limbaj adecvat modului lor de gândire și astfel scrierile lor, deși concise, sunt bogate în imagini și sugestii. Desigur că traducerea acestora pierde mult din bogăția de semnificații a textului original. Tălmăcirea unei singure fraze din *Tao Te Ching*, de exemplu, poate să redea numai o mică parte din conținutul de idei al originalului; iată de ce traducerile cărții acesteia plină de paradoxuri nu seamănă deloc cu textul de la care s-a pornit. Așa cum spune Fung Yu-Lan, „E necesară combinarea tuturor traducerilor de până acum și încă a altora neefectuate încă pentru a putea dezvălui toată bogăția lui *Lao tse* și a *Analectelor* lui Confucius în forma lor originală."[3]

Chinezii, ca și indienii, credeau într-o realitate ultimă ascunsă în toate lucrurile și evenimentele, care le unifică pe toate:

> *Există trei nume diferite – „complet", „atotcuprinzător", „întreg". Sunt nume diferite, dar realitatea pe care o exprimă este aceeași: „Unicul".*[4]

Ei au numit această realitate *Tao*, ceea ce la început însemna „Calea", calea sau devenirea Univesului, ordinea lumii. Mai târziu confucianiștii i-au dat o altă interpretare. Ei vorbeau despre *Tao* al omului, *Tao* al societății, și prin asta înțelegeau conduita morală.

În sensul său originar cosmic, *Tao* este realitatea ultimă, indefinibilă, analog lui *Brahman* al hinduiștilor și

budistei *Dharmakaya*. Diferă de aceasta din urmă prin dinamica sa intrinsecă, trăsătura fundamentală a Universului în concepţia chinezilor. *Tao* este procesul cosmic în care sunt implicate toate lucrurile; lumea este în continuă devenire.

Budismul indian, cu doctrina nepermanenţei, avea un punct de vedere similar, dar considera aceasta drept cauză a stării de frustrare a omului, cu toate consecinţele sale psihologice. Pe de altă parte, chinezii considerau transformarea şi devenirea atribute esenţiale ale naturii şi afirmau că procesul de schimbare dispune de structuri constante, observabile. Înţeleptul cunoaşte aceste structuri şi acţionează astfel încât să fie mereu în acord cu ele. Astfel, el devine „una cu *Tao*", trăind în armonie cu natura şi reuşind în orice întreprinde. Huai Nan Tse, un filosof din secolul al II-lea î.Hr., spune:

> *Aceluia care îl urmează pe* Tao *lăsându-se dus de mersul naturii, al Cerului şi al Pământului, îi este uşor să stăpânească lumea întreagă.*[5]

Care sunt, atunci, tendinţele Căii cosmice pe care omul trebuie să le recunoască? Principalul atribut al lui *Tao* este ciclicitatea devenirii şi a transformării. „Întoarcerea este mişcarea lui *Tao*", spune Lao Tse, şi „<<Mereu înaintând>> înseamnă <<îndepărtare>>, <<îndepărtare>> înseamnă <<întoarcere>>."[6] Orice prefacere în natură, fie că se petrece la nivelul lumii materiale, fie la nivelul psihicului şi al relaţiilor inter-umane, are caracter ciclic, de expansiune urmată de contracţie. Ideea este generată, desigur, de observarea mişcărilor Lunii şi Soarelui şi a succesiunii anotimpurilor şi trece drept o regulă a vieţii. Chinezii spun că ori de câte ori o stare se dezvoltă până la extrem, se întoarce şi se transformă în opusul său. Credinţa aceasta le-a insuflat curaj şi perseverenţă în vremurile grele şi i-a făcut modeşti şi precauţi în vremuri de izbândă. Ea a condus la doctrina auritei căi de mijloc pe care au adoptat-o atât taoiştii cât şi confucianiştii. „Înţeleptul", spune Lao Tse, „părăseşte preamultul, părăseşte luxosul, părăseşte exageratul."[7]

În opinia chinezilor, este preferabil să ai prea puțin decât să ai prea mult şi mai bine să nu făptuieşti decât să faci prea mult, căci, chiar dacă procedând astfel nu ajungi prea departe, te afli cu siguranță pe drumul cel bun. Aşa cum acela care, năzuind să ajungă tot mai departe la răsărit se va găsi mereu la apus, tot astfel cei ce adună bogății vor sfârşi săraci. Societatea industrială modernă care, încercând să ridice tot mai mult „standardul de viață" nu face decât să scadă calitatea vieții tuturor membrilor săi, constituie o perfectă ilustrare a vechiului dicton chinez.

Ideea ciclicității mişcării lui *Tao* îşi găseşte forma de exprimare ideală în perechea complementarelor *yin* şi *yang*. Ele reprezintă polii, extremitățile traiectoriei ciclice a transformărilor:

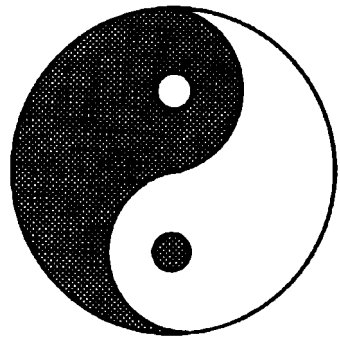
> *Odată ce* yang *a atins apogeul, el se retrage făcându-i loc lui* yin*; odată ce* yin *a atins apogeul, el se retrage în favoarea lui* yang.[8]

În concepția chineză, toate manifestările lui *Tao* sunt generate de jocul pe care-l joacă cele două forțe polare. Ideea este foarte veche, perechea arhetipală *yin–yang* s-a impus ca un concept fundamental în filosofia chineză înglobând experiența multor generații. Semnificațiile originare ale termenilor *yin* şi *yang* erau acelea de versant umbrit, respectiv versant însorit ale unui munte, rezumând caracterul relativ al celor două concepte:

> *Cel care acum pogoară întunericul, acum revarsă lumina, este* Tao.[9]

Din cele mai vechi timpuri, cei doi poli arhetipali ai naturii n-au simbolizat numai lumina şi întunericul, ci şi elementul masculin şi elementul feminin, fermitatea şi docilitatea, piscul şi valea. *Yang*, energia creatoare, viguroasă, masculină, a fost asociată Cerului, în timp ce *yin*, elementul matern, feminin şi receptiv este sinonim cu Pământul. În vechea concepție geocentrică, Cerul se află deasupra, în continuă mişcare, în timp ce Pământul se află dedesubt, în repaus şi astfel *yang* a ajuns să simbolizeze mişcarea, iar *yin* repausul. La nivelul mentalului *yin* este

intuiția, complexă şi feminină, *yang* este intelectul, rațional şi masculin. *Yin* este seninătatea, calmul contemplativ al înțeleptului, *yang* este acțiunea impetuoasă, creatoare a regelui.



Interacțiunea dinamică *yin–yang* este ilustrată de străvechiul simbol chinez *T'ai-chi T'u* sau „Diagrama Unității Supreme".

Diagrama este realizată prin dispunerea simetrică a lui *yin*, întunecat, şi a lui *yang*, luminos, dar simetria nu este statică. Este o simetrie de rotație care sugerează într-un mod convingător mişcarea continuă şi ciclică.

> Yang *se întoarce ciclic spre începutul său,* yin *creşte, atinge maximul şi apoi lasă locul lui* yang.[10]

Cele două puncte ale diagramei simbolizează ideea că ori de câte ori una din cele două forțe şi-a atins maximul, conține deja în ea sămânța opusei sale.

Perechea *yin–yang* este laitmotivul care străbate cultura chineză şi determină modul de viață chinez. „Viața", spune Chuang Tse, „este împletirea armonioasă a lui *yin* cu *yang*."[11] Popor de țărani, chinezilor le-au fost întotdeauna familiare mişcările soarelui şi ale lunii şi succesiunea anotimpurilor. Modificările periodice ale lumii organice, cu consecințele lor, dezvoltarea şi descompunerea, le apar ca cele mai directe expresii ale interacției *yin–yang* dintre iarna rece şi întunecată şi vara caldă şi luminoasă. Interacția contrariilor se manifestă şi la nivelul hranei, căci alimentele pot fi clasificate în *yin* şi *yang*. De aceea, chinezii consideră că o dietă sănătoasă trebuie să asigure echilibrul între elementele *yin* şi *yang*.

Şi metodele medicinei tradiționale chineze țin seama de interacția *yin–yang* în organismul uman, stabilind că orice

boală se datorează dezechilibrului complementarelor. Corpul omenesc este compus din părți *yin* și părți *yang*. În sens general, interiorul corpului este *yang*, iar exteriorul este *yin*; partea dorsală este *yang*, cea frontală este *yin*. Organele interne se clasifică și ele în *yin* și *yang*. Echilibrul între aceste părți se menține prin circulația energiei vitale *ch'i* de-a lungul unui sistem de „meridiane" pe care se află punctele de acupunctură. Fiecărui organ îi corespunde un meridian, astfel încât organelor *yin* le corespund meridiane *yang* și reciproc. Ori de câte ori circulația energiei între *yin* și *yang* este blocată, corpul se îmbolnăvește, iar vindecarea se obține înțepând cu ace punctele de acupunctură astfel încât să se stimuleze circulația energiei *ch'i*.

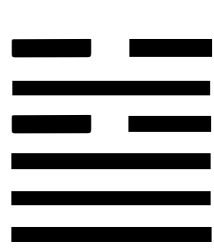
Astfel, interacția perechii arhetipale a contrariilor *yin–yang* ne apare ca principiul care guvernează mișcarea lui Tao; dar chinezii nu s-au oprit aici. Ei au pornit să studieze variatele combinații între *yin* și *yang*, dezvoltând un sistem de arhetipuri cosmice. Cartea care descrie acest sistem este *I Ching* sau *Cartea Schimbărilor*.

Cartea Schimbărilor reprezintă unul din cele șase texte fundamentale ale confucianismului și una din operele centrale ale culturii și spiritualității chineze. Autoritatea și prestigiul de care s-a bucurat în China vreme de milenii sunt comparabile doar cu aprecierea acordată textelor sacre ale altor culturi, ca *Vedele* sau Biblia Renumitul sinolog Richard Wilhelm își începe traducerea acestei cărți cu următoarele cuvinte:

> *Cartea Schimbărilor* – I Ching, *în chineză – este indiscutabil una din cele mai importante opere literare ale lumii. Originile sale se află undeva în antichitatea mitică; ea a constituit obiectul studiului celor mai eminenți învățați ai Chinei până în zilele noastre. Aproape tot ce a avut cultura chineză mai important și mai bun în cele trei milenii de existență și-a găsit sursa de inspirație în această carte sau a influențat interpretările*

care s-au dat acestui text. De aceea, s-ar putea spune că I Ching s-a născut din înțelepciunea dobândită de-a lungul mileniilor.[12]

Cartea Schimbărilor s-a îmbogățit pe parcursul timpului și a ajuns să cuprindă mai multe „straturi" care datează din cele mai importante perioade ale filosofiei chineze. Punctul de plecare l-a constituit o colecție de 64 figuri, sau „hexagrame", care ilustrează echilibrul *yin–yang* și care slujeau drept oracole. Fiecare hexagramă este formată din câte șase linii pline (*yang*) și întrerupte (*yin*) care permit 64 de combinații. Aceste hexagrame, la care mă voi referi pe larg mai târziu, erau considerate arhetipurile cosmice ale manifestărilor lui *Tao* în natura și în relațiile inter-umane. Fiecăreia i s-a dat un nume și i s-a anexat un scurt comentariu, numit Sentință, care expune modul de acțiune impus de modelul cosmic în discuție. Așa-numita *Carte a Imaginilor* este un text concis, adăugat ulterior, care prezintă în versuri de mare rafinament poetic semnificația hexagramelor. Un al treilea text oferă, într-un limbaj încărcat de imagini și simboluri mitologice, adesea dificil de receptat, interpretarea fiecăreia din cele șase linii ale unei hexagrame.



Aceste trei categorii de texte formează corpul de bază al cărții, utilizat în divinație. În cadrul unui ritual complicat, cu ajutorul a cincizeci de lujere de coada șoricelului, se determină hexagrama corespunzătoare situației personale a subiectului. Se urmărește punerea în evidență a modelului cosmic al momentului prin intermediul hexagramei și aflarea cursului cel mai potrivit al acțiunii, pe baza oracolului:

Cartea Schimbărilor revelează imagini, dezvăluie sentințele necesare interpretării, stabilește șansele și riscurile necesare luării deciziei.[13]

I Ching nu era consultat pentru a cunoaște viitorul, ci pentru a defini corect situația prezentă și a stabili modul

corect de acțiune. Acest mod de abordare ridică *I Ching* deasupra nivelului cărților obișnuite de profeție și o transformă într-o carte de înțelepciune.

Utilizarea cărții *I Ching* drept carte de înțelepciune este, de fapt, mult mai importantă decât utilizarea sa drept oracol. Ea a inspirat de-a lungul secolelor cele mai luminate minți ale Chinei, printre alții pe Lao Tse, care și-a formulat, plecând de la această carte, unele din cele mai profunde aforisme. Confucius a studiat-o intens; cele mai multe dintre comentariile care alcătuiesc „stratul" cel mai recent al cărții se datorează școlii confucianiste. Comentariile numite *Cele Zece Aripi* combină interpretarea structurală a hexagramelor cu enunțurile filosofice.

În miezul comentariilor confucianiste, ca și în întregul text *I Ching*, se află afirmarea caracterului dinamic al tuturor fenomenelor. Nesfârșita transformare constituie mesajul esențial al *Cărții Schimbărilor*:

Cartea Schimbărilor este cartea
Pe care nimeni n-o poate ignora.
Tao-ul ei este mereu schimbător –
Transformare, mișcare neobosită –
El trece printre cele șase linii întrerupte,
Se înalță și se scufundă fără a urma vreo lege,
Cel rigid și cel flexibil se transformă unul în celălalt
Fără să poată fi constrânși de vreo lege;
Ei nu ascultă decât de glasul schimbării.[14]

8 taoismul

Între cele două tendințe majore ale gândirii chineze, confucianismul şi taoismul, acesta din urmă are o orientare mistică şi, din acest motiv, relevantă pentru comparația cu fizica modernă. Ca şi hinduismul şi budismul, taoismul pune accent mai curând pe intuiție decât pe cunoaşterea rațională. Recunoscând limitările şi relativitatea gândirii raționale, taoismul este la origine o cale de eliberare de primatul rațiunii, comparabilă din acest punct de vedere cu calea oferită de yoga sau Vedanta în hinduism, sau cu Calea Cu Opt Ramuri a lui Budha. În contextul culturii chineze, eliberarea propusă de taoism se referă concret la eliberarea de convenționalism.

Neîncrederea în cunoaşterea convențională şi în rațiune este mai puternică în taoism decât în oricare alt curent filosofic oriental. Ea se bazează pe convingerea fermă că intelectul uman nu este capabil să îl cuprindă pe *Tao*. În exprimarea lui Chuang Tse,

> *Cea mai cuprinzătoare cunoaştere nu îl cuprinde; raționamentul nu-i face pe oameni mai înțelepți. Învățații ştiu că nici una din aceste două căi nu este cea bună.*[1]

Cartea lui Chuang Tse este plină de pasaje care reflectă disprețul adepților taoismului față de raționament şi argumentație. Astfel, el spune:

Un câine nu este prețuit pentru că latră bine, iar un om nu este considerat înțelept pentru discursurile sale abile.[2]

şi

Polemica este dovada incapacității de a percepe corect.[3]

Raționamentul este considerat de taoişti o parte a lumii artificiale creată de om, alături de eticheta socială şi de standardele morale. Ei nu se interesează de această lume, ci îşi concentrează întreaga atenție în direcția observării naturii pentru a putea discerne caracteristicile lui *Tao*. Metoda lor este în mod esențial ştiințifică şi numai marea lor neîncredere în metoda analitică i-a împiedicat să elaboreze teorii ştiințifice în accepțiunea clasică a termenului. Cu toate acestea, observarea atentă a naturii, adăugată puternicei intuiții mistice, a condus la o concepție taoistă despre lume, confirmată de teoriile ştiințifice moderne.

Contribuția esențială a taoismului se referă la înțelegerea faptului că transformarea şi schimbarea sunt caracteristici esențiale ale naturii. Un fragment din *Chuang tse* demonstrează modul în care observarea lumii organice a dus la înțelegerea importanței fundamentale a conceptului de schimbare:

În creşterea şi transformarea tuturor lucrurilor, fiecare boboc, fiecare detaliu are forma cea mai potrivită. În aceasta constă maturizarea lor treptată şi veştejirea lor, curgerea continuă a transformării şi a schimbării.[4]

Taoiştii au privit toate schimbările din natură ca pe nişte manifestări ale interacției dinamice dintre complementarele polare *yin* şi *yang* şi astfel au ajuns la convingerea că fiecare pereche de complementare implică o relație polară în care fiecare din cei doi poli este legat dinamic de celălalt. Pentru modul de gândire occidental este extrem de dificil de acceptat ideea unității implicite a contrariilor. Ni se pare paradoxală afirmația că valorile pe

care le-am crezut întotdeauna contrare sunt, de fapt, aspecte ale uneia singure. Totuşi, în lumea orientală s-a considerat întotdeauna că pentru a avea acces la cunoaşterea deplină trebuie mers „dincolo de contradicţiile aparente."[5] În China, relaţia polară dintre contrarii stă la baza gândirii taoiste. Astfel, Chuang Tse spune:

> *„Acesta" este în acelaşi timp şi „acela"... „Acela" este în aceeaşi măsură şi „acesta". Esenţa lui Tao constă în faptul că „acesta" şi „acela" încetează să mai fie opuse. Acesta este centrul cercului răspunzător de schimbarea neîntreruptă.*[6]

Din afirmaţia că mişcările lui *Tao* sunt rezultatul unei continue interacţii a contrariilor, taoiştii au dedus două reguli de bază pentru comportamentul uman. Ori de câte ori doreşti să realizezi ceva trebuie să începi cu opusul acelui lucru. În acest sens, Lao Tse spune:

> *Ceea ce urmează a fi micşorat trebuie mai întâi mărit,*
> *Ceea ce urmează a fi slăbit trebuie mai întâi întărit,*
> *Ceea ce urmează a fi lăsat deoparte trebuie mai întâi înălţat,*
> *Ceea ce urmează a fi însuşit trebuie mai întâi oferit.*
> *Aceasta se numeşte tainica iluminare.*[7]

Pe de altă parte, ori de câte ori cineva doreşte să reţină un lucru, trebuie să descopere mai întâi în acel lucru ceva din contrariul său:

> *Îndoit, şi astfel întreg;*
> *strâmb, şi astfel drept,*
> *gol, şi astfel plin,*
> *tocit, şi astfel nou.*[8]

Acesta este modul de viaţă al înţeleptului care a atins un nivel înalt al cunoaşterii, nivel pe care relativitatea şi relaţia polară care uneşte contrariile sunt clar percepute. Aceste contrarii includ mai întâi de toate categoriile de bine şi rău, categorii intercorelate ca şi *yin* şi *yang*. Admiţând caracterul relativ al acestor categorii şi de aici, al tuturor standardelor morale, adeptul fiosofiei Tao nu va căuta

binele, ci mai curând se va strădui să menţină un echilibru dinamic între bine şi rău. Chuang Tse este categoric:

> *Spusele „Nu vom urma oare şi nu vom lăuda binele, şi nu vom evita răul?" şi „Oare nu vom onora pe bunii organizatori şi nu ne vom feri de cei care produc dezordine?" demonstrează dorinţa de a cunoaşte Cerul şi Pământul şi diferitele trăsături ale lucrurilor. Este ca şi când ai lăuda şi ai urma Cerul fără să ţii seama de Pământ; este ca şi când ai urma pe yin fără să ţii seama de yang. O asemenea cale nu poate fi urmată.*[9]

Surprinzător este faptul că, în acelaşi timp în care Lao Tse şi adepţii săi elaborau viziunea lor despre lume, trăsăturile fundamentale ale taoismului se regăseau în Grecia, la filosoful a cărui contribuţie ne este cunoscută doar fragmentar şi care a fost în trecut, şi mai este şi în prezent, greşit înţeles. Acest „taoist" grec a fost Heraclit din Efes. El se apropie de Lao Tse nu numai datorită accentului pus pe continua schimbare – exprimată prin faimosul dicton „Totul curge" –, ci şi datorită modului ciclic în care concepe schimbarea. El a comparat ordinea lumii cu un „foc veşnic care se aprinde şi se stinge cu măsură"[10], viziune similară ideii chineze conform căreia *Tao* se manifestă prin evoluţia ciclică a lui *yin* şi *yang*.

Este uşor de observat cum conceptul de schimbare ca interacţie dinamică a contrariilor l-a condus pe Heraclit, ca şi pe Lao Tse, la descoperirea unităţii contrariilor. „Urcuşul şi coborâşul sunt unul şi acelaşi drum", spunea filosoful grec, şi „Divinitatea este zi şi noapte, iarnă şi vară, pace şi război, foame şi saţietate."[11] Ca şi taoiştii, el privea fiecare cuplu de complementare ca pe o unitate, fiind convins de caracterul relativ al acestor concepte. Cuvintele lui Heraclit „Cele reci se încălzesc, căldura răceşte, umezeala usucă, uscăciunea se umezeşte"[12] amintesc de cele ale lui Lao Tse,

> *Greu şi uşor unul pe altul se împlinesc,*
> *Voce şi sunet împreună intră în armonie,*
> *Înainte şi înapoi unul altuia îşi urmează.*[13]

Surprinzător este faptul că marea similitudine dintre viziunile asupra lumii ale celor doi înțelepți din secolul al XI-lea î.Hr. nu este în general cunoscută. Heraclit este menționat adesea în legătură cu fizica modernă, dar aproape niciodată în legătură cu taoismul. Şi totuşi, această alăturare arată că punctul său de vedere era unul mistic şi, după părerea unora, pune paralelismul dintre ideile sale şi cele ale fizicii moderne în adevărata sa lumină.

În legătură cu conceptul taoist de schimbare, este important de subliniat faptul că schimbarea nu este privită ca rezultat al acțiunii unor forțe, ci mai degrabă ca o tendință interioară a tuturor lucrurilor şi situațiilor. Mişcările lui *Tao* nu sunt determinate de forțe exterioare, ci se produc în mod spontan, natural. Spontaneitatea constituie principiul de acțiune al lui *Tao* şi, cum comportamentul uman trebuie modelat după acest principiu, rezultă că spontaneitatea trebuie să fie atributul tuturor acțiunilor omeneşti. A acționa în armonie cu natura înseamnă pentru taoişti a acționa spontan şi în conformitate cu natura reală a fiecăruia. Înseamnă a te încrede în intuiție, acea capacitate proprie mentalului uman, aşa cum legile schimbării sunt proprii lucrurilor acestei lumi, venind chiar din interiorul lor.

Acțiunile adeptului filosofiei Tao se nasc din înțelepciunea sa intuitivă, spontan şi în armonie cu tot ceea ce îl înconjoară. Nu are nevoie să forțeze nici eu-l propriu, nici lumea înconjurătoare, ci îşi adaptează acțiunile mişcărilor lui *Tao.* După Huai Nan Tse,

> *Aceia care urmează ordinea naturală se integrează curentului lui Tao.*[14]

Acest mod de acțiune este numit în filosofia taoistă *wu-wei*, un termen care s-ar traduce prin „nefăptuire" şi pe care Joseph Needham îl traduce prin „reținerea de la acțiuni contrare naturii", justificând această interpretare printr-un citat din *Chuang-tse*:

> *Nefăptuire nu înseamnă a nu face nimic şi a păstra tăcerea. Înseamnă a face ceea ce este natural, pentru ca natura să nu fie perturbată.*[15]

Cel care se reține de la acțiuni împotriva naturii sau, după cum spune Joseph Needham, „împotriva esenței lucrurilor", este în armonie cu *Tao* şi acțiunile îi vor fi încununate de succes. Acesta este sensul paradoxalei afirmații a lui Lao Tse „Prin nefăptuire, nici o faptă nu rămâne nefăptuită."[16]

Contrastul *yin–yang* joacă rolul de principiu fundamental în cultura chineză; el este reflectat în cele două tendințe dominante ale filosofiei chineze. Confucianismul a fost rațional, masculin, activ şi dominant. Pe de altă parte, taoismul a pus accent pe intuitiv, feminin, mistic şi pe doctrina cedării. „A şti să nu ştii este cel mai bine", spune Lao Tse, şi „înțeleptul fără făptuire îşi îndeplineşte lucrările şi fără cuvinte îşi oferă învățătura."[17] Taoiştii susțin că afişarea calităților feminine, de supunere, ale naturii umane; conduce la o viață în armonie cu *Tao.* Idealul lor este sintetizat într-un fragment din *Chuang-tse* care descrie un fel de paradis taoist:

Pe vremea când haosul nu se instalase încă, înțelepții trăiau în pacea care se revărsa peste întreaga lume. Pe atunci *yin* şi *yang* coexistau în armonie; ciclul acțiunii şi repausului lor se desfăşura fără nici o perturbare; cele patru anotimpuri se succedau la timpul potrivit; nimic pe lume nu avea de suferit, nici o făptură nu se stingea înainte de vreme. Se poate ca oamenii să fi posedat facultatea cunoaşterii, dar nu aveau ocazia să şi-o manifeste. Aceasta este starea numită a perfectei unități. Nu există acțiune, ci doar o constantă manifestare a spontaneității.[18]

9 filosofia zen

Atunci când gândirea chineză a venit în contact cu budismul indian, cam prin secolul I d.Hr., s-a produs o divizare. Pe de o parte traducerea *sutrelor* budiste i-a stimulat pe gânditorii chinezi şi i-a condus spre o interpretare a învăţăturilor indianului Budha în acord cu propria lor filosofie. A luat naştere, astfel, un schimb de idei extrem de fructuos care a culminat, după cum am amintit deja, cu şcoala budistă chineză *Hua-yen* (în sanscrită, *Avatamsaka*) şi cu şcoala *Kegon* în Japonia.

Pe de altă parte, latura pragmatică a mentalităţii chineze a răspuns impactului budismului indian prin concentrarea asupra aspectelor sale practice şi dezvoltarea unei discipline spirituale căreia i s-a dat numele de *Cha'an,* cuvânt care se traduce de obicei prin meditaţie. Această filosofie a fost adoptată de japonezi pe la anul 1200 d.Hr. şi cultivată sub numele de Zen, ca tradiţie vie, până în zilele noastre.

Zen este sinteza unică a curentelor filosofice şi idiosincraziilor a trei culturi diferite. Este un mod de viaţă tipic japonez care reuneşte înclinaţia mistică a indienilor, naturaleţea şi spontaneitatea taoiştilor şi profundul pragmatism al confucianiştilor.

În ciuda caracterului său deosebit, Zen se revendică totuşi de la budismul pur şi aceasta deoarece scopul său nu este altul decât acela al lui Budha însuşi: atingerea iluminării, experienţă numită în Zen *satori.* Experienţa iluminării este scopul comun al tuturor şcolilor filosofice orientale, dar şcoala Zen este unică în context, căci ea se concentrează exclusiv pe această experienţă şi nu este interesată de alte interpretări. În exprimarea lui Suzuki, „Zen este disciplină în iluminare." Din perspectiva filosofiei Zen, trezirea lui Budha şi învăţătura, care spune că oricine poate atinge starea de trezire, reprezintă esenţa budismului. Restul doctrinei, aşa cum este ea expusă în voluminoasele *sutra,* este considerată suplimentară.

Experienţa Zen este, aşadar, experienţa *satori* şi, în virtutea faptului ca această experienţă transcende orice gând, şcoala Zen nu se preocupă de conceptualizare sau de abstractizare. Nu are o doctrină sau o filosofie proprie, nu are un crez formal şi nici dogme şi afirmă că tocmai această libertate faţă de formele teologice fixe îi conferă un grad înalt de spiritualitate.

Mai mult decât oricare altă şcoală mistică orientală, Zen susţine ideea că vorbele nu pot exprima adevărul ultim. Această convingere a fost, fără îndoială, moştenită de la taoism, care demonstrează aceeaşi atitudine intransigentă. „Dacă cineva întreabă ce este *Tao,* iar altcineva îi răspunde", spune Chuang Tse, „înseamnă că nici unul din ei nu îl cunoaşte."[1] Totuşi, învăţătura Zen poate fi transmisă de la maestru la discipol şi a fost transmisă de-a lungul veacurilor prin metode specifice Zen. Într-un rezumat clasic de patru versuri, Zen este descris ca:

> *Transmiterea învăţăturilor în afara scripturii,*
> *Ceea ce nu se poate exprima prin cuvinte sau semne,*

Ceea ce nu ajunge direct la mentalul uman,
Să cunoşti natura ta ultimă, să atingi starea de Budha.

Această tehnică de „indicare directă" constituie aspectul care individualizează filosofia Zen. Este tipică pentru mintea japonezului, care pune accent mai mult pe intuiţie decât pe intelect şi căruia îi este dragă revelarea faptelor ca fapte, fără prea multe comentarii. Maeştrii Zen nu erau ataşaţi de verb şi dispreţuiau teoretizarea şi speculaţia. De aceea, ei au dezvoltat metode pentru a face posibile nivelele superioare ale conştiinţei în mod direct, prin cuvinte bruşte şi spontane, care expun paradoxurile gândirii conceptuale şi care, ca şi *koan*-ii pe care i-am menţionat deja, au menirea de a opri procesul gândirii discipolului pregătindu-l pentru experienţa mistică. Această tehnică este ilustrată de scurte dialoguri între maestru şi discipol. Din asemenea dialogurl este alcătuită aproape în totalitate literatura Zen; maestrul vorbeşte cât mai puţin posibil şi cuvintele sale deplasează atenţia discipolului de la gândurile abstracte la realitatea concretă.

Un călugăr veni la Bodhidharma cerându-i să-l instruiască şi-i spuse: „Nu-mi găsesc pacea sufletului." „Adu aici în faţa mea sufletul tău şi eu îi voi dărui pacea" spuse Bodhidharma; „Dar când îmi caut sufletul nu-l pot găsi", a spus călugărul. „Iată!", rosti scurt Bodhidharma, „ţi-am pacificat sufletul!"[2]

Un călugăr îi spuse lui Joshu: „Chiar acum am intrat în mânăstire. Te rog, învaţă-mă." Joshu îl întrebă „Ţi-ai mâncat fiertura de orez?"; „Da, am mâncat-o", răspunse călugărul. „Atunci mai bine te-ai duce să îţi speli blidul" spuse Joshu.[3]

Aceste dialoguri subliniază un alt aspect al filosofiei Zen. Iluminarea în Zen nu presupune izolarea de lume ci, dimpotrivă, participarea activă la viața comunității. Acest punct de vedere se potriveşte foarte bine mentalității chineze care acordă o mare importanță vieții practice, productive, ideii de perpetuare a familiei şi nu poate accepta caracterul monastic al budismului indian. Maeştrii chinezi au accentuat întotdeauna ideea că *Cha'an* sau Zen, reprezintă experiența noastră zilnică, „mentalul obişnuit" – după formularea lui Ma-tsu. Ei priveau experiența zilnică nu doar ca pe o cale ce duce la iluminare, ci ca pe iluminarea însăşi.

În Zen, *satori* reprezintă experimentarea în spirit budist a naturii tuturor lucrurilor. Primele şi cele mai importante dintre acestea sunt cele implicate în viața cotidiană a oamenilor, astfel încât, deşi pune accentul pe aspectul practic, filosofia Zen este în acelaşi timp profund mistică. Cel care a atins *satori* trăind în întregime prezentul şi fiind atent la cele mai obişnuite lucruri, este capabil să pătrundă misterul vieții în orice fenomen:

„Ce minune, ce mister!
Car fum, scriu pe apă."[4]

A atinge perfecțiunea în Zen înseamnă a trăi viața cotidiană în mod natural, spontan. Când i s-a cerut să definească doctrina Zen, Po-chang a răspuns: „Când ți-e foame, mănâncă; dacă ți-e somn, dormi." Deşi pare simplu şi de bun simț, cum dealtfel pare totul în Zen, este o sarcină dificilă. Regăsirea naturaleții cere un efort îndelungat şi constituie o mare realizare pe plan spiritual. După cum spune un faimos dicton Zen:

Înainte de a începe să practici Zen, munții sunt munți şi râurile sunt râuri; în timp ce studiezi Zen, munții nu mai sunt munți şi râurile nu mai

sunt râuri; dar odată ce ai atins iluminarea, munții redevin munți și râurile redevin râuri.

Accentul pus pe naturalețe și spontaneitate în Zen indică origini taoiste, dar fundamentul acestei atitudini este strict budist. Este vorba de credința în perfecțiunea naturii noastre originare, de convingerea că a atinge iluminarea înseamnă, de fapt, a redeveni ceea ce am fost la început. Când maestrul Zen Po-chang a fost întrebat în ce constă căutarea naturii budiste a lucrurilor, el a răspuns: „E ca și când ai căuta un bou călărind acel bou."

Există astăzi în Japonia două școli care practică două metode diferite Zen. Școala Rinzai, sau școala „atingerii instantanee a iluminării", aplică metoda *koan* și pune accentul pe discuția periodică, formală, numită *sanzen*, între maestru și discipol, discuție în care acestuia din urmă i se cere să descrie propria viziune a *koan*-ului asupra căruia meditează. Meditația pe *koan* implică lungi perioade de concentrare intensă care conduc la brusca experimentare a stării *satori.* Maestrul experimentat știe când discipolul a atins limita iluminării și este capabil să-l conducă direct și brusc în experiența *satori* prin acte neașteptate cum ar fi lovirea cu un baston sau emiterea unui sunet ascuțit.

Școala Soto, sau școala „atingerii treptate a iluminării", evită metodele de șoc ale școlii Rinzai și își propune să ofere discipolilor o desăvârșire treptată „ca adierea de primăvară care mângâie floarea ajutând-o să înflorească."[5] Face apel la postura șederii în liniște și la îndeplinirea muncilor cotidiene ca forme de meditație.

Atât școala Soto, cât și școala Rinzai acordă o mare importanță *zazen*-ului, postura de meditație șezând, practicată în mânăstirile Zen timp de mai multe ore zilnic. Adoptarea posturii corecte și tehnica respirației sunt primele lucruri pe care le învață un discipol Zen. În Rinzai Zen,

postura *zazen* are rolul de a pregăti mentalul intuitiv pentru meditația pe *koan*; iar școala Soto consideră *zazen*-ul ca cel mai important mijloc de a-l ajuta pe discipol să ajungă la *satori.* Mai mult decât atât, *zazen* este considerat chiar realizarea naturii budiste; corpul și mentalul se afla într-o unitate armonioasă, perfectă. Așa cum se spune într-un poem Zen:

Să stai liniștit, să nu faci nimic,
Primăvara vine și iarba crește de la sine.[6]

Afirmând că iluminarea se manifestă în toate aspectele vieții cotidiene, Zen are o enormă influență asupra modului de viață tradițional japonez. Acesta cuprinde pictura, caligrafia, grădinăritul, dar și activitățile care țin de ceremonia ceaiului și de realizarea aranjamentelor florale, artele marțiale (trasul cu arcul, lupta cu sabia și *judo*). Toate acestea sunt cunoscute în Japonia sub numele de *do*, adică taoista „cale" spre iluminare. Toate explorează diversele forme ale experienței Zen. Pregătesc mentalul și îl aduc în contact cu realitatea ultimă.

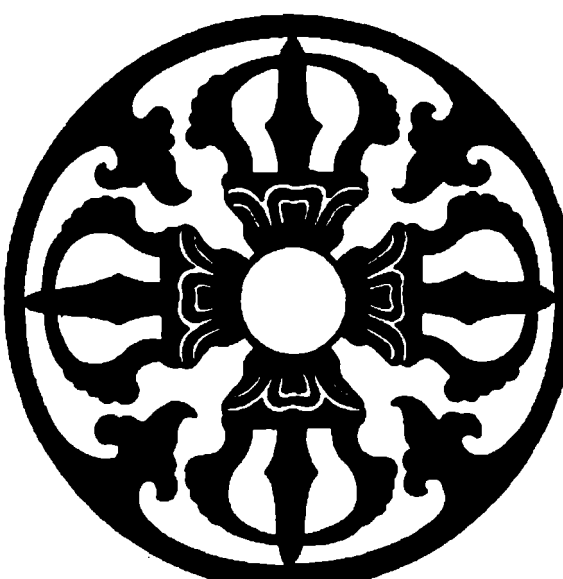
Am menționat deja gesticulația calmă în ritualul ceremoniei ceaiului, *cha-no-yu*, spontana mișcare a mâinii cerută în arta caligrafiei și în pictură, coordonata spirituală a artei *bushido,* „calea războinicului". Toate acestea sunt expresii ale spontaneității, simplității și totalei implicări a mentalului care caracterizează modul de viață Zen. Deși toate cer o tehnică perfectă, adevărata măiestrie este atinsă atunci când tehnica transcende arta și devine o „artă neartistică", izvorând direct din subconștient.

Șansa a făcut să dispunem de o minunată descriere a unei asemenea „arte neartistice" în cartea lui Eugen Herrigel *Zen în arta tragerii cu arcul.* Herrigel a petrecut mai mult de cinci ani alături de un venerat maestru pentru a deprinde această „artă mistică" și relatează în această carte modul în

care a trăit experiența Zen în tragerea cu arcul. Arată cum trasul cu arcul i-a fost prezentat ca un ritual religios „dansat" cu mișcări spontane, lipsite de efort și fără a urmări un scop. I-au trebuit mulți ani de practică, ani care i-au transformat întreaga personalitate, ca să învețe să încordeze arcul cu mișcări încărcate de spiritualitate, fără efort și să slăbească coarda „neintenționat" lăsând săgeata să plece așa cum cade un fruct copt. Perfecțiunea se atinge când arc, săgeată și arcaș s-au topit într-o singură entitate; nu omul trage cu arcul, ci această unică entitate.

Cartea lui Herrigel este una din cele mai bune relatări despre Zen, căci nu menționează deloc filosofia Zen.

III paralelisme



10 unitatea tuturor lucrurilor

Deşi tradiţiile spirituale descrise în ultimele cinci capitole diferă prin multe detalii, modul lor de a concepe lumea este esenţialmente acelaşi. Este o viziune bazată pe experienţa mistică – o experienţă directă, non-intelectuală – şi această experienţă are un număr de caracteristici fundamentale independente de fundalul geografic, istoric sau cultural al misticului. Un hinduist şi un taoist pot accentua aspecte diferite ale experienţei mistice; budistul japonez poate exprima experienţa sa în termeni foarte diferiţi de cei folosiţi de budistul indian; dar elementele de bază ale concepţiei despre lumea conturată de aceste tradiţii sunt aceleaşi. Aceste elemente par să fie, totodată, caracteristicile fundamentale ale viziunii asupra lumii rezultate din cercetările fizicii moderne.

Cea mai importantă trăsătură a viziunii orientale – s-ar putea spune esenţa ei – este conştiinţa unităţii şi intercorelării tuturor lucrurilor şi evenimentelor, experienţa fenomenelor ca manifestări ale unei unice entităţi primordiale. Toate lucrurile sunt privite ca părţi interdependente şi inseparabile ale întregului cosmic, ca manifestări diferite ale aceleiaşi realităţi ultime. Tradiţia orientală se referă în mod constant la această realitate ultimă, indivizibilă, care se manifestă în toate lucrurile şi din care fac parte toate lucrurile. În hinduism ea este numită Brahman, în budism *Dharmakaya*, în taoism, *Tao*. Deoarece transcende toate

conceptele şi toate categoriile filosofice, budiştii o mai numesc Tathata, adică „Ceea Ce Este".

> *Acela pe care sufletul îl numeşte „Ceea Ce Este" este unitatea tuturor lucrurilor, întregul care le conţine pe toate.*[1]

În situaţiile obişnuite noi nu suntem conştienţi de unitatea lumii, ci o percepem ca fiind fragmentată în obiecte şi fenomene. Această divizare ne este, fireşte, utilă şi necesară pentru a învinge dificultăţile zilnice, dar nu reprezintă trăsătura fundamentală a realităţii. Este numai o abstracţiune născocită de intelectul nostru care discriminează şi clasifică. A crede că aceste concepte abstracte ale noastre – acelea de „corpuri" şi „evenimente" separate – sunt realităţi ale naturii ar fi o iluzie. Hinduiştii şi budiştii ne spun că această iluzie vine din *avidya*, ignoranţa produsă de mintea noastră aflată sub influenţa răului, *maya*. Principalul scop al tradiţiei mistice orientale este de a reorienta mentalul centrându-l şi redându-i liniştea prin meditaţie. De altfel, termenul sanscrit pentru meditaţie, *samadhi*, se traduce literal prin „echilibru mental"; se referă la acea stare de echilibru a mentalului care permite experimentarea unităţii Universului.

> *Acela care intră în samadhi a purităţii atinge o asemenea ascuţime a percepţiei încât devine conştient de unitatea absolută a Universului.*[2]

Această unitate nu este numai caracteristica centrală a experienţei mistice, ci şi unul din cele mai importante adevăruri revelate de fizica modernă. Ea devine evidentă la nivel atomic şi se manifestă din ce în ce mai pregnant pe măsură ce se coboară tot mai adânc în domeniul particulelor subatomice. Unitatea lumii este tema care va reveni constant în expunerea noastră când vom compara fizica modernă cu filosofiile orientale. Studiind diversele modele care descriu lumea subatomică vom vedea că ele exprimă mereu şi mereu, în moduri diferite, aceeaşi idee – şi anume, că elementele constituente ale materiei şi fenomenele în

care acestea sunt implicate sunt interconectate şi interdependente; că nu pot fi înţelese ca entităţi izolate, ci doar ca părţi ale întregului.

În acest capitol, pe baza unei analize atente a procesului de observare, voi arăta cum apare noţiunea interdependenţei* în teoria cuantică. Dar înainte de a începe această discuţie, trebuie să mă întorc la distincţia dintre aparatul matematic al unei teorii şi interpretarea sa discursivă. Aparatul matematic al teoriei cuantice a trecut cu succes nenumărate teste, fiind unanim acceptat în prezent faptul că el este în măsură să descrie corect fenomenele atomice. În schimb interpretarea discursivă – altfel spus cadrul epistemologic al teoriei cuantice – se află pe un teren mult mai puţin solid. De fapt, în mai mult de 40 de ani fizicienii nu au putut formula un model filosofic clar.

Discuţia care urmează se bazează pe aşa-numita interpretare de la Copenhaga a teoriei cuantice, interpretare elaborată de Bohr şi Heisenberg la sfârşitul deceniului al treilea al acestui secol şi care constituie încă modelul cel mai larg acceptat. În expunerea mea voi urma prezentarea făcută de Henry Stapp la Universitatea din California[3], prezentare care se concentrează asupra unor anumite aspecte ale teoriei cuantice şi asupra unor anumite tipuri de situaţii experimentale întâlnite frecvent în fizica subatomică** Prezentarea lui Stapp arată clar cum teoria cuantică conduce la ideea interconexiunilor din natură şi aşează teoria cuantică într-un cadru care permite extinderea imediată la modelele relativiste ale lumii subatomice, modele care vor fi discutate mai târziu.

---

* Deşi am eliminat complet matematica şi am simplificat considerabil analiza, expunerea care urmează poate să pară totuşi, aridă. Ar trebui, poate, să fie privită ca un exerciţiu de „yoga", care – ca toate exerciţiile incluse în tehnicile tradiţiilor spirituale orientale – nu este tocmai amuzant, dar te ajută să plonjezi adânc în adevărata natură a lucrurilor.

** Alte două aspecte ale teoriei cuantice vor fi discutate în capitolele corespunzătoare.

Punctul de pornire în interpretarea şcolii de la Copenhaga îl constituie împărţirea realităţii fizice în observabilă („obiect") şi sistem observator. Observabila poate fi un atom, o particulă subatomică, un fenomen etc. Sistemul observator este constituit dintr-un aparat şi mai mulţi observatori umani. O dificultate serioasă se naşte datorită faptului că cele două sisteme sunt tratate diferit. Sistemul observator este descris în termenii fizicii clasice, termeni care nu pot fi utilizaţi pentru a descrie în mod corespunzător „obiectul" supus observaţiei. Conceptele clasice nu sunt adecvate studiului lumii atomice şi totuşi suntem nevoiţi să apelăm la ei pentru a descrie experimentele pe care le efectuăm şi a formula concluziile. Nu există nici o modalitate de a evita acest paradox. Limbajul fizicii clasice reprezintă numai o rafinare a limbajului cotidian, comun şi este singurul de care dispunem pentru a comunica rezultatele experimentelor noastre.

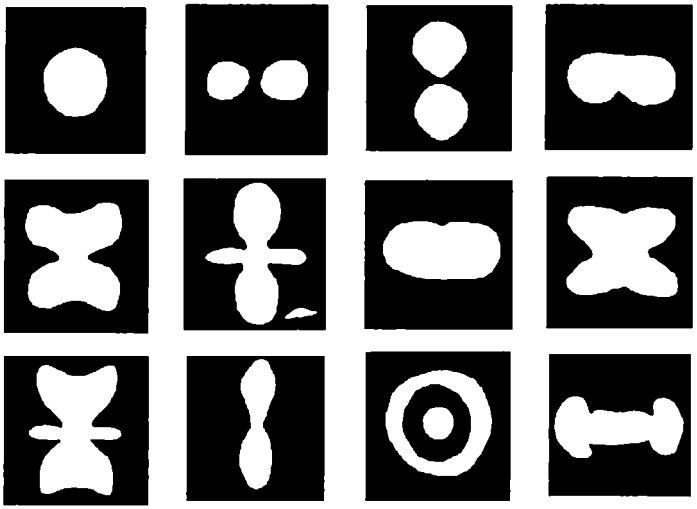
Observabilele sunt descrise în cadrul teoriei cuantice în termeni probabilistici. Aceasta înseamnă că nu se poate prezice cu certitudine unde se va afla o particulă subatomică la un moment dat, sau cum se va produce un fenomen fizic la nivel subatomic. Nu putem să facem decât predicţii cu privire la ceea ce este probabil să se întâmple. De exemplu, cele mai multe din particulele subatomice cunoscute astăzi sunt instabile, adică după un anumit interval de timp se dezintegrează – se „sparg" – în alte particule. Dar nu se poate stabili acest moment cu precizie. Noi nu putem stabili decât probabilitatea de dezintegrare după un anumit interval de timp, cu alte cuvinte timpul mediu de viaţă al unui număr mare de particule de acelaşi fel. Aceeaşi afirmaţie este valabilă şi pentru „modul" de dezintegrare. În general, o particulă instabilă se poate dezintegra în mai multe combinaţii de particule şi, din nou, nu putem preciza ce combinaţii va alege pentru dezintegrare o anumită particulă. Tot ce putem spune este că într-un sistem compus dintr-un număr foarte mare de particule, 60% se vor dezintegra într-o anume combinaţie, 30% într-o a doua combinaţie posibilă, iar 10% într-o a treia. Este clar că efectuarea unor

asemenea predicţii statistice necesită multe măsurători. Într-adevăr, în experimentele de ciocniri între particule de mare viteză se înregistrează şi se analizează zeci de mii de ciocniri pentru a stabili probabilitatea de desfăşurare a unui anumit proces.

Este important să înţelegem că formulare statistică a legilor fizicii atomice şi subatomice nu reflectă ignoranţa noastră în ceea ce priveşte desfăşurarea fenomenelor, aşa cum se întâmplă în cazul companiilor de asigurare sau al jocurilor de noroc. În teoria cuantică se recunoaşte că probabilitatea este o caracteristică fundamentală a lumii atomice, trăsătură specifică tuturor proceselor şi chiar existenţei materiei. Particulele subatomice nu sunt localizate cu certitudine în anumite puncte din spaţiu, ci prezintă mai curând „tendinţe de localizare", iar evenimentele atomice nu se produc cu certitudine, ci prezintă mai degrabă „tendinţe de a se produce".

Nu este cu putinţă să se indice cu certitudine unde se va afla un electron al unui atom la un anumit moment de timp. Poziţia sa depinde de forţa de atracţie care-l ţine legat de nucleul atomului şi de influenţele pe care le exercită asupra sa ceilalţi electroni din atom. Aceste condiţii determină existenţa unui „nor de probabilitate" care reprezintă tendinţele electronului de a se afla în diferite regiuni din atom.

Figura următoare prezintă câteva modele vizuale ale unor asemenea „nori de probabilitate". Este probabil ca electronul să se afle în regiunile luminoase ale acestor „nori" şi improbabil să se afle în regiunile întunecate. Important este faptul că întregul „nor", toată această pată, reprezintă electronul la un moment dat. Nu se poate vorbi despre poziţia electronului în interiorul acestui „nor", ci numai despre tendinţele sale de a se afla în anumite regiuni. În formalismul matematic al mecanicii cuantice aceste tendinţe sau probabilităţi sunt reprezentate de aşa-numitele funcţii de probabilitate, expresii matematice ale probabilităţilor de a găsi electronul în anumite puncte din spaţiu şi la anumite momente de timp.

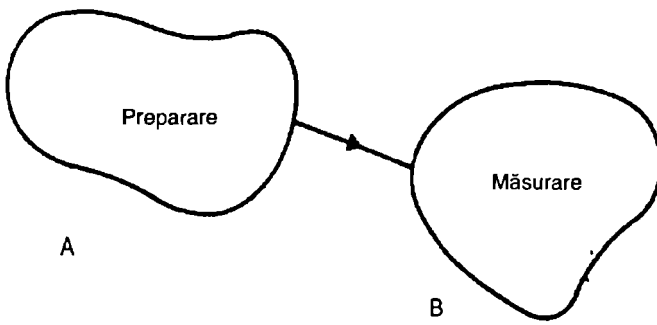


Exemplu de structuri de probabilitate.

Diferența dintre cele două descrieri – în termeni clasici pentru dispunerea instrumentarului şi prin funcții de probabilitate pentru observabile – creează probleme de ordin filosofic rămase încă nerezolvate. În practică ele sunt evitate descriind sistemul observator în termeni operaționali, adică în termenii unor instrucțiuni care permit oamenilor de ştiință să îşi desfăşoare cercetările. În acest fel, cercetător şi dispozitiv experimental compun un sistem complex care nu mai are părți distincte, bine definite, iar dispozitivul de măsură nu mai trebuie descris ca entitate fizică izolată.

Pentru a putea discuta în continuare despre *procesul de observare* vom apela la un exemplu; cea mai simplă entitate fizică la care ne-am putea referi este o particulă subatomică – de exemplu electronul. Pentru a se observa şi măsura mişcarea unei asemenea particule, ea trebuie mai întâi izolată sau chiar creată printr-un proces care s-ar putea numi *proces de preparare*. Odată „preparată", particula poate fi observată, proprietățile ei pot fi măsurate – ceea ce se va constitui în *proces de măsurare*. Situația se reprezintă

simbolic după cum urmează. Particula A, „preparată" în regiunea A, trece din A în B şi este măsurată în regiunea B. În practică, atât „prepararea", cât şi măsurarea pot reprezenta procese foarte complicate. De exemplu, în experimentele de ciocniri între particule de mare energie, „prepararea" constă în accelerarea acestora în acceleratoare circulare până când ating nivelul de energie dorit. Atunci ele părăsesc acceleratorul (A) şi se deplasează către ţinta (B) unde se vor ciocni cu alte particule. Ciocnirile au loc în camera cu bule care permite vizualizarea şi fotografierea traiectoriilor particulelor. Proprietăţile acestora sunt deduse apoi pe baza studiului matematic al traiectoriilor; asemenea analize sunt foarte complicate şi se realizează de obicei cu ajutorul calculatorului. Toate aceste activităţi constituie procesul de măsurare. Important în această analiză este faptul că particula constituie un sistem intermediar care corelează procesele din A şi B. Ea există şi are sens numai în acest context; nu are sens ca entitate izolată, ci ca element de corelare a celor două procese: de preparare şi de măsurare. Proprietăţile acestei particule nu pot fi specifice independent de cele două procese. Dacă se modifică ceva în modalitatea de preparare sau de măsurare, şi proprietăţile particulei se vor modifica.



Reprezentarea schematică a procesului de observare în fizica atomică.

Pe de altă parte, faptul că vorbim despre o „particulă" sau orice alt sistem observabil dovedeşte că ne gândim la o

entitate fizică independentă care întâi este „preparată" şi apoi „măsurată". Problema cheie în fizica atomică constă în faptul că, după cum arăta Henry Stapp, „sistemul observabil trebuie să fie izolat pentru a putea fi definit şi în acelaşi timp să se afle în interacţie pentru ca observaţia să aibă obiect".[4] În cadrul teoriei cuantice problema se rezolvă într-un mod pragmatic impunând sistemului observabil ca, într-un interval de timp între „preparare" şi măsurare să nu fie afectat de perturbaţii externe datorate observării propriu-zise.

Această condiţie este îndeplinită, dacă dispozitivele de „preparare" şi măsurare se află la o distanţă suficient de mare unul de celălalt. Cât de mare trebuie să fie această distanţă? În principiu ar trebui să fie infinită. În teoria cuantică conceptul de entitate fizică distinctă poate fi definit cu precizie numai dacă entitatea respectivă se află la distanţă infinită faţă de observator. Evident că în practică aşa ceva nu este posibil; şi nici nu este necesar. Aici trebuie să ne amintim (şi să adoptăm) atitudinea definitorie pentru ştiinţa modernă – şi anume că toate conceptele şi teoriile sunt aproximative. În cazul de faţă, aceasta înseamnă că noţiunea de entitate fizică distinctă n-are nevoie de o definiţie precisă, ci de una aproximativă. O asemenea definiţie este formulată în felul următor.

Obiectul observat reprezintă o manifestare a interacţiei dintre procesul de preparare şi cel de măsurare. Această interacţie are un caracter în general complex şi implică efecte diferite care se manifestă pe distanţe diferite; are, după cum spun fizicienii, „raze de acţiune variate". În cazul în care componenta dominantă a interacţiei se manifestă pe distanţe mari, atunci ea va fi resimţită la mare depărtare. De aici rezultă că nu va fi afectată de perturbaţii externe şi de aceea va putea fi considerată o entitate fizică distinctă. Aşadar, în teoria cuantică entităţile fizice distincte sunt idealizări care au sens numai în cazul interacţiilor ce se manifestă pe distanţe mari. O situaţie de acest fel poate fi definită precis din punct de vedere matematic. Din punct de vedere fizic, aceasta presupune că dispozitivele de măsură sunt plasate atât de departe unul de altul încât interacţionează doar prin schimbul unei particule sau, în cazuri mai complicate, prin schimbul unui sistem de

particule. Vor exista, fără îndoială, şi alte efecte, dar atâta timp cât distanţa de separare este suficient de mare, aceste efecte vor putea fi neglijate. Efectele pe distanţă scurtă vor avea ponderea dominantă doar în cazul în care dispozitivele de măsură nu vor fi plasate la distanţă suficientă unul din altul. În acest caz sistemul macroscopic formează un întreg unic, iar noţiunea de observabilă îşi pierde sensul.

Iată că teoria cuantică relevă caracterul interdependent al Universului. Ea demonstrează că nu putem descompune lumea în elemente independente.* Pe măsură ce coborâm în adâncul materiei ne dăm seama că ea este compusă din particule, dar acestea nu sunt „cărămizile" lui Democrit şi Newton. Sunt mai curând idealizări utile scopurilor practice, dar fără semnificaţie fundamentală. Aşa cum spune Niels Bohr, „particulele materiale izolate nu sunt decât abstracţiuni; proprietăţile particulelor pot fi observate şi definite doar prin intermediul interacţiunilor acestora cu alte sisteme"[5].

Interpretarea şcolii de la Copenhaga nu este unanim acceptată. Există numeroase puncte de vedere diferite, iar problemele de ordin filosofic sunt departe de a fi rezolvate. Cu toate acestea, interconectarea universală pare să reprezinte caracteristica fundamentală a realităţii atomice, independentă de interpretarea dată formalismului matematic. Următorul fragment dintr-un articol al lui David Bohm, unul din principalii adversari ai şcolii de la Copenhaga, confirmă această idee.

> *Suntem conduşi spre noţiunea de întreg indestructibil, noţiune opusă ideii clasice de realitate separabilă în părţi ce pot fi analizate independent... Ideile clasice de realitate constituită din „componente elementare" fundamentale şi de sistem alcătuit prin alăturarea şi aranjarea părţilor au fost părăsite. Spunem acum că interdependenţa cuantică a întregului constituie realitatea fundamentală şi că părţile*

---

* Vezi *Postfaţa* pentru discuţia interdependenţei în termenii conexiunilor „non-locale" impuşi de teorema lui Bell.

care se comportă doar în mod relativ independent sunt forme particulare integrate acestei unități.[6]

Astfel, la nivel atomic obiectele materiale solide ale fizicii clasice se dizolvă în structuri probabilistice, iar aceste structuri reprezintă probabilități de realizare a interconexiunilor. Teoria cuantică ne obligă să privim Universul nu ca pe o colecție de obiecte, ci ca pe un sistem complex de relații stabilite între diferitele părți ale unui întreg unic. Aceasta este în același timp și realitatea experimentată de misticii orientali; unii dintre ei și-au descris experiența mistică în termeni aproape identici cu cei folosiți de fizicienii atomiști în lucrările lor. Iată două exemple:

Obiectul material... se deosebește de ceea ce ne apare nouă: el nu este un obiect separat de restul naturii, ci o parte integrantă și, într-un mod încă mai subtil, chiar expresia unității naturii.[7]

Lucrurile își află natura și existența în interdependență; ele nu sunt nimic prin ele însele.[8]

Dacă aceste două afirmații ar putea trece drept expresii ale concepției despre natură specifice fizicii atomice, atunci următoarele două, datorate unor fizicieni atomiști, ar putea trece drept relatări ale unor experiențe mistice:

O particulă elementară nu este o entitate independentă și neanalizabilă. Ea reprezintă în esența ei un sistem de relații corelat cu alte sisteme.[9]

Lumea ne apare astfel ca un sistem complex de evenimente în care conexiuni de diverse tipuri alternează, se suprapun și se combină și astfel determină aspectul întregului.[10]

Tot la imaginea rețelei cosmice de conexiuni a apelat și Orientul pentru a exprima experiența mistică a naturii. Pentru hinduist, Brahman este principiul unificator al Cosmosului, esența ultimă a existenței:

Acela în care se împletesc cer, pământ
şi aer laolaltă cu vântul şi suflarea vieţii,
Acela singur este Sufletul.[11]

Imaginea reţelei cosmice joacă în budism un rol încă şi mai important. În centrul unuia din textele de bază ale şcolii Mahayana, *Avatamsaka Sutra*, se află descrierea lumii ca sistem perfect de relaţii mutuale, în cadrul căruia lucrurile şi evenimentele interacţionează în moduri infinit de complexe. Adepţii budismului Mahayana exprimă prin comparaţii şi parabole această universală interdependenţă; unele dintre acestea vor fi discutate în continuare în legătură cu versiunea relativistă a „filosofiei relaţionale" a fizicii moderne. Reţeaua cosmică joacă un rol fundamental în budismul tantric, ramură a budismului Mahayana, curent apărut în India prin secolul al treilea d.Hr., şi care astăzi constituie principala şcoală a budismului tibetan. Textele filosofice ale acestei şcoli se numesc *Tantras*, cuvânt a cărui rădăcină sanscrită are sensul de „a împleti" şi care se referă la împletirea şi interdependenţa tuturor lucrurilor şi fenomenelor.

În mistica orientală, această împletire universală include întotdeauna observatorul uman şi conştiinţa sa, aşa cum se întâmplă şi în fizica atomică. La nivel atomic, „obiectele" nu pot fi înţelese decât în termenii interacţiei dintre procesele de preparare şi măsurare. La capătul acestui lanţ de procese se află întotdeauna conştiinţa observatorului. Măsurătorile sunt interacţii care creează „senzaţii" în conştiinţa noastră – cum ar fi senzaţia vizuală dată de o licărire luminoasă sau de un spot întunecat pe o placă fotografică – iar legile fizicii atomice ne spun cu ce probabilitate ne va produce un obiect atomic o asemenea senzaţie din momentul în care vom intra în interacţie cu el. „Ştiinţele naturii, spune Heisenberg, nu se limitează să descrie natura şi să o explice; ele reprezintă chiar un aspect al interacţiei noastre cu natura".[12]

Pentru fizica atomică esenţial este faptul că observatorului nu i se mai cere doar să observe proprietăţile unui obiect, ci şi să le definească. În cadrul fizicii atomice nu se poate vorbi exclusiv despre proprietăţile unui obiect. Aceasta deoarece ele au sens numai în contextul interacţiei

obiectului cu observatorul. După cum spunea Heisenberg, „ceea ce observăm noi nu este natura însăşi, ci natura expusă metodei ştiinţifice de investigare.[13] Observatorul este acela care stabileşte condiţiile de măsurare, iar caracteristicile obiectului vor fi în bună măsură determinate de condiţiile experimentale decise de observator. Odată cu modificarea acestor condiţii se vor modifica şi proprietăţile obiectului studiat.

În sprijinul acestei afirmaţii se poate aduce cazul unei particule subatomice. Pus în situaţia de a alege dintre numeroasele mărimi fizice caracteristice proprietăţile pe care le va măsura, observatorul se poate opri la poziţia şi impulsul particulei (mărimea definită prin produsul dintre masa particulei şi viteza sa). În următorul capitol ne vom referi la o anumită lege a teoriei cuantice – principiul de nedeterminare al lui Heisenberg – care arată că cele două mărimi fizice nu pot fi determinate simultan cu acelaşi grad de precizie. Putem cunoaşte cu precizie poziţia particulei, dar atunci nu vom şti nimic despre impulsul său (deci, nici despre viteză), sau reciproc; sau putem avea o cunoaştere vagă despre ambele mărimi. Important este faptul că această limitare nu are nimic de a face cu imperfecţiunea tehnicilor de măsură. Este o limitare principială, proprie realităţii atomice. Dacă hotărâm să-i stabilim poziţia, atunci particula pur şi simplu *nu are* un impuls definit, iar dacă decidem să-i măsurăm impulsul, ea nu va avea o poziţie precizată.

Iată, aşadar, că în fizica atomică omul de ştiinţă nu poate juca rolul unui observator neutru; el este direct implicat în realitatea supusă cercetării în aşa fel încât influenţează proprietăţile observabilei. John Wheeler consideră că această participare reprezintă cea mai importantă implicaţie filosofică a teoriei cuantice şi a propus să se înlocuiască termenul de „observator" cu cel de „participant". În exprimarea lui Wheeler însuşi,

> *Nu există nimic mai important în legătură cu teoria cuantică decât faptul că ea demolează conceptul de realitate izolată, „ruptă de observator", separată de acesta printr-o placă de sticlă de 20 centimetri. Dar, pentru a putea*

observa un obiect atât de mic cum este un electron, cercetătorul va trebui să spargă sticla. Va trebui să ajungă la el. Va trebui să își instaleze echipamentul de măsură. El este cel care decide dacă va determina poziția sau impulsul. Dar simpla dispunere a echipamentelor pentru măsurarea uneia dintre mărimi împiedică, exclude măsurarea celeilalte. Mai mult decât atât, simpla măsurare modifică starea electronului. În urma experimentului Universul nu va mai fi același. Pentru a putea explica ce s-a întâmplat, cercetătorul va trebui să șteargă cuvântul „observator" și să-l înlocuiască cu cel de „participant". Universul este, într-un anume sens, un Univers participativ.[14]

Ideea de „participare în loc de observare" a fost formulată recent în contextul fizicii moderne, dar ea este familială oricui studiază filosofiile mistice. La cunoașterea mistică nu se accede prin simpla observare, ci prin implicarea directă, totală. Noțiunea de participant este esențială în concepția orientală; misticii orientali au împins-o la extrem, observator și observabilă, subiect și obiect devenind nu doar inseparabile, ci chiar nedistincte. El merg și mai departe, în așa fel încât, în starea de meditație profundă, distincția dintre observator și observabilă se șterge cu totul iar subiectul și obiectul se contopesc într-un întreg nediferențiat. După cum spun *Upanishadele*,

Când pare că există dualitate, atunci unul îl vede pe celălalt, unul îl miroase pe celălalt, unul îl gustă pe celălalt...Dar când totul a devenit una cu Sinele său, atunci cu ce și pe cine să vadă, cu ce și pe cine să miroasă, cu ce și pe cine să guste?[15]

Astfel se realizează percepția unității lumii. Ea este atinsă – după cum ne spun misticii – în acea stare a conștiinței în care individualitatea se dizolvă în nediferențiere, în care lumea simțurilor, ca și noțiunea de „lucru" sunt depășite. După cum spune Chuang Tse.

Legătura cu trupul şi cu părţile sale dispare. Percepţia senzorială este înlăturată. Astfel, părăsindu-mi forma materială şi luându-mi adio de la conştiinţa de sine, devin una cu Marele Unu. Aceasta înseamnă a sta şi a uita de toate.[16]

Desigur, fizica modernă are un alt domeniu de interes şi nu poate merge atât de departe cu experimentarea unităţii lumii. Dar a făcut un mare pas în direcţia concepţiei mistice orientale despre lume. Teoria cuantică a abolit noţiunea de obiect izolat, a introdus noţiunea de participant pentru a o înlocui pe cea de observator şi probabil va include conştiinţa în descrierea naturii.* A ajuns să vadă Universul ca pe un sistem de relaţii stabilite la nivel fizic şi mental, ale cărui părţi sunt definite numai prin intermediul conexiunilor lor cu întregul. Pentru a rezuma viziunea asupra lumii rezultată din cercetările de fizică atomică, cuvintele adeptului budismului tantric, Lama Angarika Govinda, par perfect alese:

Budistul nu crede într-o lume exterioară, separată şi independentă de fiinţa umană. Lumea exterioară şi lumea interioară sunt pentru el două aspecte ale aceleiaşi construcţii în care toate forţele, evenimentele şi toate formele conştiinţei se împletesc într-o reţea infinită de relaţii ce se condiţionează reciproc.[17]

* Acest aspect va fi discutat în capitolul 18.

dincolo de lumea contrariilor

Sublinierea importanței experimentării tuturor lucrurilor şi fenomenelor ca manifestări ale unicului de către misticii orientali, nu presupune afirmarea egalității acestora. Ei recunosc individualitatea fiecăruia, dar în acelaşi timp sunt conştienți de faptul că toate diferențele şi contrastele au un caracter relativ în cadrul unității atotcuprinzătoare. Cum, în starea normală a conştiinței, unitatea celor contrastante – şi, în special, a complementarelor – este foarte greu de acceptat, ea constituie unul din cele mai uimitoare aspecte ale filosofiei Orientului. Dar, în acelaşi timp, este chiar fundamentul viziunii orientale asupra lumii.

Contrariile sunt concepte abstracte care aparțin zonei rațiunii şi, de aceea, au caracter relativ. Simplul fapt de a ne concentra atenția asupra unui concept generează în mintea noastră opusul acestuia. Aşa cum spune Lao Tse, „Când tot Subcerescul ştie că ce este frumos este frumos, se iveşte şi urâtul, iar când fiecare ştie că ce este bine este bine, se iveşte şi răul". Misticii transcend planul conceptual şi astfel devin conştienți de relația polară dintre contrarii. Ei înțeleg că binele şi răul, plăcerea şi durerea, viața şi moartea nu reprezintă experiențe cu caracter absolut, în mod esențial diferite, ci mai degrabă două aspecte ale aceleiaşi realități, zone extreme ale întregului. Conştiința polarității contrariilor, deci a unității lor, este considerată în tradiția orientală unul din cele mai înalte idealuri de spiritualitate. „Fii cu adevărat veşnic, află-te dincolo de cele ce par a fi opuse" este

îndemnul lui Krishna în *Bhagavad Gita* şi este şi îndemnul către adepţii budismului. Astfel, D.T.Suzuki scria:

> *Ideea de bază în budism este de a depăşi lumea contrariilor, o lume edificată pe distincţiile operate de intelect şi pe stările emoţionale, şi de a deveni conştient de lumea spirituală a nedescriminării, ceea ce implică adoptarea unui punct de vedere absolut.*[2]

Întreaga învăţătură budistă – şi, de altfel, mistica orientală în general – împărtăşeşte acest punct de vedere absolut, atins odată cu situarea în planul acintya, al non-raţionalului, în care unitatea contrariilor devine experienţă vie. Sau, aşa cum spune un poem Zen,

> *În amurg cântatul cocoşilor prevesteşte zorile;*
> *La miezul nopţii – soarele dogoritor.*[3]

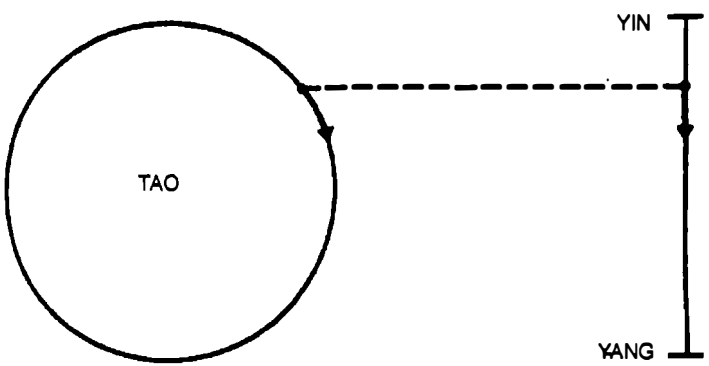
Conştientizarea relaţiei polare dintre conceptele contrare – faptul că întunericul şi lumina, victoria şi eşecul, binele şi răul nu sunt decât aspecte diferite ale aceluiaşi fenomen – reprezintă principiul de bază al modului de viaţă oriental. Dacă cele opuse sunt interdependente, conflictul dintre ele nu poate conduce la victoria totală a nicl unela dintre părţi; acest conflict nu reprezintă decât manifestarea dinamicii lor. De aceea, pentru orientali înţelept nu este cel care îşi asumă imposibila sarcină de a impune binele şi de a elimina răul, ci acela în stare să menţină un echilibru dinamic între bine şi rău.

Noţiunea de echilibru dinamic este esenţială pentru modul în care mistica orientală înţelege unitatea contrariilor. Ea nu este privită niciodată ca o egalitate statică, ci întotdeauna ca un joc dinamic al extremelor. Această idee a fost exprimată de înţelepţii chinezi şi prin simbolul polilor arhetipali *yin* şi *yang*. Unitatea *yin-yang* ei au numit-o Tao şi au privit-o ca pe un proces dinamic: „Tao face să fie lumină şi tot Tao aduce întunericul"[4].

Unitatea dinamică a contrariilor poate fi ilustrată prin exemplul mişcării circulare şi al proiecţiei acesteia pe o

dreaptă. Să presupunem că o minge se deplasează pe circumferința unui cerc. Dacă mișcarea aceasta este proiectată pe un ecran, se obține o oscilație între două puncte extreme. (Pentru a păstra legătura cu filosofia chineză am notat centrul cercului prin TAO și am marcat punctele extreme ale dreptei, care au căpătat numele de YIN și YANG). Mișcarea de rotație a mingii pe circumferința cercului se produce cu viteză constantă, dar mișcarea rezultată în urma proiecției are loc cu viteză variabilă, mingea fiind încetinită pe măsură ce se apropie de polul superior, apoi accelerată, din nou frânată ș.a.m.d., în cicluri nesfârșite. În orice proiecție de acest gen mișcarea circulară apare ca o oscilație între doi poli opuși, dar în fapt, pe circumferința cercului polii nu sunt delimitați, ci se contopesc. Gânditorii chinezi par a avea permanent în minte imaginea acestor poli contopiți, așa cum reiese din pasajele din *Chuang tse* citate anterior.

„Acesta" și „acela" încetează să mai fie opuse, aceasta este esența lui Tao. *Pare o axă, dar este chiar centrul cercului eternei schimbări.*



Unitatea dinamică a polilor opuși.

Polaritatea se referă la aspectele feminine și masculine ale naturii umane. Ca și în cazul antagonismelor bine–rău, viață–moarte, conflictul feminin–masculin este

soluționat prin accentuarea uneia din cele două trăsături. Societatea occidentală favorizează prin tradiție aspectul masculin al condiției umane în detrimentul celui feminin. În loc să recunoască faptul că personalitatea fiecărui bărbat şi a fiecărei femei este rezultatul dinamicii elementului feminin şi a celui masculin, ea a stabilit o ordine statică conform căreia bărbaților li se cere să fie masculini, iar femeilor să fie feminine şi a dat bărbaților rolul conducător în societate şi majoritatea privilegiilor. Această atitudine a dus la supra-accentuarea tuturor aspectelor *yang* – masculine – ale naturii umane: acțiunea, raționamentul, competiția, agresivitatea ş.a.m.d. Stările *yin* – feminine – ale conştiinței, care pot fi desemnate prin atribute ca intuitiv, religios, mistic, ocult, psihic, au fost permanent subevaluate în societatea noastră direcționată pe elementul masculin.

Mistica orientală nu diminuează importanța elementului feminin, ci urmăreşte unitatea celor două elemente. Ființa umană completă este aceea care, aşa cum spune Lao Tse, „cunoaşte masculinul şi păstrează femininul". Scopul principal urmărit de multe din tradițiile orientale, adesea ilustrat de operele de artă, este păstrarea echilibrului dinamic între stările feminine şi masculine ale conştiinței. O sculptură magnifică aflată în templul hindus de la Elephanta îl reprezintă pe Shiva sub trei înfățişări: în dreapta, profilul masculin, degajând forță şi virilitate; în stânga, profilul feminin – dulce, blând, seducător; iar în centru, cele două aspecte contopite – chipul lui Shiva Mahesvara, Marele Zeu, radiind seninătate şi o anume detaşare metafizică. În acelaşi templu, Shiva este reprezentat şi în formă androgină – jumătate femeie, jumătate bărbat – mişcarea unduitoare a trupului său şi expresia detaşată a chipului simbolizând, din nou, contopirea elementului feminin cu cel masculin.

În budismul tantric polaritatea masculin-feminin este ilustrată prin apelul la simbolistica sexuală. Intuiția este calitatea feminină, pasivă a naturii umane, dragostea şi mila fiind calități masculine, iar contopirea acestora în starea de iluminare este simbolizată prin unirea sexuală extatică a divinităților masculine şi feminine. Misticii orientali afirmă că

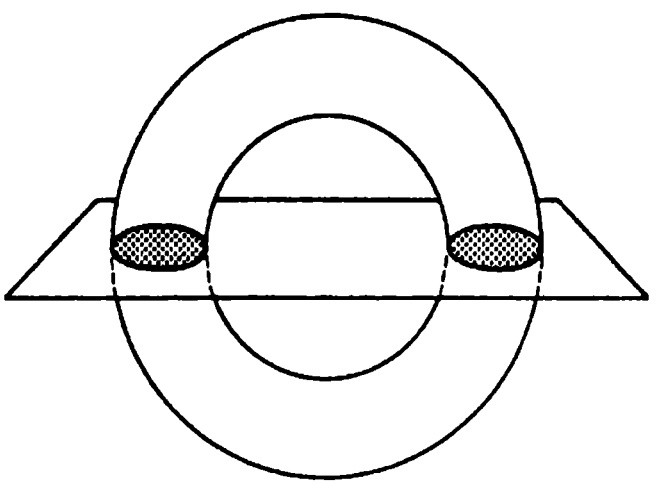
unitatea feminin – masculin poate fi experimentată doar într-un plan superior al conştiinţei aflat dincolo de planul raţiunii şi al limbajului şi în care contrariile apar contopite astfel încât formează o unitate dinamică.

Am afirmat deja că pe un plan similar se situează fizica modernă. Explorarea lumii subatomice a revelat o realitate care transcende limbajul şi raţionamentul, iar unificarea conceptelor care până acum păreau ireconciliabil antagonice se dovedeşte a fi cea mai uluitoare trăsătură a acestei noi realităţi. Conceptele aparent antagonice ale fizicii nu coincid cu acelea la care se referă misticii din Orient, dar unificarea lor într-un plan superior este similară celei operate de mistica orientală. De aceea, legătura misticii cu domeniul lor de studiu le permite fizicienilor accesul la învăţăturile Orientului. Într-adevăr, un număr mic, dar în continuă creştere, de tineri fizicieni au luat deja contact cu filosofia mistică orientală.

Exemplele de unificare a conceptelor antagonice în fizica modernă sunt frecvente în domeniul subatomic, acolo unde particulele sunt deopotrivă destructibile şi indestructibile, unde materia este un mediu în acelaşi timp continuu şi discontinuu, unde forţa şi materia nu sunt decât aspecte diferite ale unui singur fenomen. Toate aceste exemple, care vor fi discutate pe larg în capitolele următoare, demonstrează că sistemul conceptual al contrariilor născut din experienţa zilnică este prea strâmt pentru a permite înţelegerea lumii particulelor subatomice. Teoria relativităţii are o importanţă fundamentală în descrierea acestui univers, iar în limitele „cadrului" relativist conceptele sunt depăşite prin trecerea la o altă dimensiune, aceea a spaţiu-timpului cvadridimensional. Chiar noţiunile de spaţiu şi timp păreau complet diferite şi iată că ele s-au contopit în cadrul fizicii relativiste. Această entitate fundamentală unică (spaţiu-timpul) este baza unificării conceptelor opuse ca sens, menţionate anterior. La fel ca şi experienţa unităţii contrariilor trăită de mistici, ea se produce într-un „plan superior", într-o altă dimensiune şi, ca şi aceea a misticilor, are un caracter dinamic, deoarece realitatea spaţio-temporală

relativistă este o realitate intrinsec dinamică în care obiectele sunt în acelaşi timp procese, iar formele sunt structuri dinamice.

Pentru a cunoaşte experienţa unificării entităţilor aparent separate într-un spaţiu de dimensiune superioară nu trebuie neapărat să apelăm la teoria relativităţii. Ea se poate realiza şi prin trecerea de la spaţiul unidimensional la cel bidimensional sau de la spaţiul bidimensional la spaţiul tridimensional. În exemplul de mai sus al mişcării circulare şi al proiecţiei sale, polii oscilaţiei, care pe o linie (într-o dimensiune) apar ca opuşi, sunt uniţi pe traiectoria circulară din plan (în două dimensiuni). Desenul următor reprezintă un alt exemplu de acest fel şi ilustrează trecerea de la bidimensional la tridimensional. Este un inel toroidal secţionat cu un plan orizontal. Prin secţionare rezultă două discuri separate în plan, adică în spaţiul bidimensional, dar care în spaţiul cu trei dimensiuni se dovedesc a fi părţi dintr-un singur obiect. O unificare similară a entităţilor care par separate şi ireconciliabile se obţine în teoria relativităţii prin trecerea de la trei la patru dimensiuni. Spaţiul cvadridimensional al teoriei relativităţii este spaţiul în care forţa şi materia formează o unitate, în care materia se poate



manifesta ca particulă, deci în mod discontinuu, sau ca un câmp, deci având aspect continuu. Totuşi, conştiinţa unităţii cvadridimensionale nu este uşor de realizat. Fizicienii beneficiază de „experienţa" unităţi cvadridimensionale spaţiu-timp prin intermediul formalismului matematic abstract al teoriilor, dar şi imaginea lor – ca a tuturor oamenilor – se limitează la spaţiul tridimensional al simţurilor. Gândirea şi limbajul nostru s-au dezvoltat în limitele acestei lumi tridimensionale şi, de aceea, ne este foarte greu să ne descurcăm în realitatea cu patru dimensiuni a teoriei relativităţii.

Dar, misticilor orientali pare să le fie mult uşurată perceperea directă şi concretă a realităţii într-un plan superior. În starea de meditaţie profundă ei depăşesc universul tridimensional al vieţii cotidiene şi trăiesc experienţa unei realităţi diferite în care contrariile se contopesc formând un tot organic. Dar când încearcă să îşi descrie experienţa în cuvinte se confruntă şi ei cu aceleaşi dificultăţi cu care se confruntă şi fizicienii când încearcă să vorbească despre realitatea multidimensională a teoriei relativităţii. În expresia lui Lama Govinda,

> *Experienţa unei dimensiuni superioare se atinge prin integrarea experienţelor diferitelor centre şi niveluri ale conştiinţei. De aici decurge imposibilitatea de a descrie anumite experienţe de meditaţie într-un sistem logic care reduce posibilităţile de expresie, impunând limite suplimentare procesului de gândire.*[5]

Lumea cvadridimensională a teoriei relativităţii nu constituie pentru fizica modernă singurul exemplu în care concepte aparent contradictorii se dovedesc a fi doar aspecte diferite ale unei unice realităţi. Poate cel mai faimos exemplu este acela al dublei naturi a materiei, de undă şi corpusul, din fizica atomică.

La nivel atomic materia are un caracter dual: ondulatoriu şi corpuscular. În funcţie de situaţie se manifestă un aspect sau celălalt. În unele cazuri, preponderent este caracterul corpuscular, în altele, comportarea ondulatorie;

această natură duală se manifestă şi în cazul luminii şi al celorlalte tipuri de radiaţie electromagnetică. Lumina, de exemplu, este emisă şi absorbită sub formă de „cuante" sau fotoni dar la propagarea în spaţiu aceste particule se comportă ca nişte câmpuri electrice şi magnetice în oscilaţie, deci prezintă toate caracteristicile undelor. Electronii sunt consideraţi în mod normal particule, dar atunci când un fascicul de asemenea particule este trimis pe o mică fantă, el este difractat la fel ca un fascicul de lumină – cu alte cuvinte şi electronii se manifestă ca nişte unde.

Aspectul dual al materiei şi radiaţiei este cu adevărat uimitor şi a dat naştere multor „koan-i cuantici", care au dus în cele din urmă la formularea teoriei cuantice. Imaginea undei care se împrăştie în spaţiu este fundamental diferită de imaginea particulei, care presupune o localizare precisă (vezi figura următoare). Fizicienilor le-a luat mult timp să admită că materia se manifestă în moduri care par să se excludă reciproc; că particulele sunt în acelaşi timp şi unde, că undele sunt şi particule.

Particulă Undă

Privind cele două imagini, un nespecialist ar fi tentat să creadă că respectiva contradicţie poate fi înlăturată admiţând că desenul din dreapta reprezintă pur şi simplu o particulă care se deplasează pe o traiectorie ondulată. Dar argumentul se bazează pe o înţelegere greşită a naturii undelor. Particule care să se mişte pe traiectorii ondulate nu există în natură. În cazul undelor care se formează pe apă, de exemplu, particulele nu se deplasează odată cu unda, ci se mişcă pe cerc pe măsură ce unda se propagă. Similar, moleculele de aer dintr-o undă sonoră se deplasează înainte

şi înapoi, dar nu se propagă odată cu unda. Ceea ce transportă unda este perturbaţia care a produs fenomenul, nu particulele materiale. De aceea, în teoria cuantică nu vorbim despre traiectoria particulei atunci când afirmăm că ea este în acelaşi timp şi undă. Ceea ce vrem să spunem este că propagarea undelor reprezintă o proprietate a particulelor. Imaginea undelor care se propagă este astfel total diferită de aceea a particulelor în mişcare; tot atât de diferită – după expresia lui Victor Weisskopf – „ca şi imaginea valului format pe suprafaţa unui lac faţă de imaginea unui stol de peşti care înoată în direcţia în care se duce valul"[6]

Unda de apă.

Fenomenul ondulatoriu se întâlneşte în fizică în diferite contexte, dar se descrie cu acelaşi formalism matematic oriunde ar apărea. Aceleaşi simboluri matematice sunt folosite pentru a descrie o undă luminoasă, o coardă de chitară în vibraţie sau un val pe apă. La aceleaşi formule se apelează în cadrul teoriei cuantice pentru a descrie undele asociate particulelor. De această dată, însă, undele au un caracter încă mai abstract. Ele sunt strâns legate de natura statistică a teoriei cuantice, adică de faptul că fenomenele atomice se pot descrie numai în termeni probabilistici. Informaţia probabilistică despre o particulă este conţinută într-o mărime numită funcţie de probabilitate; din punct de vedere matematic ea are forma unei unde, ceea ce înseamnă că are forma ecuaţiilor utilizate în descrierea diverselor tipuri de unde. Dar undele asociate particulelor nu sunt unde „reale", tridimensionale, ca undele formate pe

suprafața apei sau ca cele sonore, ci sunt „unde de probabilitate", mărimi matematice abstracte corelate cu probabilitățile de a găsi particule cu anumite proprietăți în anumite locuri din spațiu.

Introducere undelor de probabilitate rezolvă într-un fel paradoxul particulelor care sunt și unde prin plasarea lor într-un context cu totul diferit; dar în același timp trimite la o altă pereche de concepte opuse într-un mod încă și mai drastic, aceea a existenței și non-existenței. Contradicția este depășită de realitatea atomică. Despre o particulă atomică nu putem spune nici că există într-un anumit loc din spațiu, nici că nu există. Fiind o entitate probabilistică, particula are tendințe de a exista în puncte diferite și astfel se manifestă ca o realitate stranie, între existență și non-existență. De aceea, nu putem să-i descriem starea în termenii conceptelor contradictorii. Ea nu este nici prezentă într-un loc bine definit, dar nu este nici absentă. Nici nu își schimbă poziția, dar nici nu rămâne în repaus. Ceea ce se schimbă este probabilitatea, deci tendințele particulei de a exista în anumite puncte. După cum spune Robert Oppenheimer,

> *Întrebați, de exemplu, dacă poziția unui electron rămâne aceeași trebuie să răspundem „nu"; întrebați dacă ea se modifică în timp trebuie să răspundem „nu"; la întrebarea dacă electronii se află în repaus vom răspunde „nu"; la întrebarea dacă ei se află în mișcare, iarăși „nu"*[7]

Realitatea fizicianului atomist, ca și realitatea misticului oriental, transcende cadrul îngust al conceptelor opuse. Cuvintele lui Oppenheimer par ecoul *Upanishadelor*,

> *Se mișcă și nu se mișcă.*
> *Este departe și este aproape.*
> *Este înăuntrul a toate*
> *și este în afara a tot.*[8]

Forță și materie, particulă și undă, mișcare și repaus, existență și non-existență – iată câteva din conceptele a căror opoziție fizică modernă o depășește. Dintre toate, opoziția existență – non-existență pare a fi cea mai radicală

şi, totuşi, fizica atomică ne obligă să trecem de graniţa dintre existenţă şi non-existenţă. Aceasta este aserţiunea cea mai dificil de acceptat în teoria cuantică şi care face obiectul necontenitelor reinterpretări. În acelaşi timp, situarea deasupra conceptelor de existenţă şi non-existenţă reprezintă unul din aspectele stupefiante ale misticii orientale. Ca şi fizicianul atomist, misticul operează cu o realitate aflată dincolo de graniţa existenţă – non-existenţă şi accentuează adesea acest lucru. Iată ce spune Ashvaghosha:

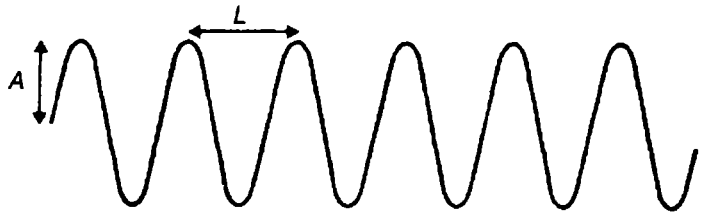
> *„Ceea ce este" nu este nici existenţă, nici non-existenţă, nici ceva ce le-ar reuni în acelaşi timp pe acestea două şi nici ceva ce le-ar exclude în acelaşi timp pe acestea două.*[9]

Confruntaţi cu o realitate care transcende conceptele contrare, fizicienii şi misticii trebuie să adopte un mod special de a gândi, în care mintea să nu fie încătuşată în schema rigidă a logicii clasice, ci liberă şi flexibilă. Fizica atomică ne-a obişnuit să operăm în descrierea materiei cu ambele concepte, de undă şi particulă. Am învăţat să trecem de la o imagine la alta pentru a ne acomoda cu universul atomic. Tot aşa procedează şi misticii orientali atunci când încearcă să dea o interpretare discursivă realităţii situate deasupra contradicţiei conceptuale. Aşa cum arăta Lama Govinda, „modul de gândire oriental se aseamănă cu o mişcare de rotaţie în jurul obiectului contemplaţiei... o imagine formată prin supraimpresionare, prin suprapunerea imaginilor obişnuite prin situarea la nivelul unor puncte de vedere diferite.[10]

Pentru a vedea cum se poate comuta între imaginea particulei şi cea a undei în fizica atomică, să examinăm mai în detaliu cele două concepte. Unda este un fenomen vibratoriu în spaţiu şi timp. La un moment dat ea apare ca o mărime periodică, aşa ca în exemplul următor.

Această mărime este caracterizată de amplitudinea *A*, altfel spus de extensia vibraţiei şi de lungimea de undă *L*, adică distanţa dintre două maxime succesive. Urmărind mişcarea unui anumit punct vom observa o oscilaţie caracterizată de o anumită frecvenţă, parametru care ne

spune câte oscilații dus-întors efectuează punctul respectiv într-o secundă. Acum să ne întoarcem la imaginea particulei. Conform teoriei clasice, o particulă are la orice moment de timp o poziție bine definită, iar starea sa de mişcare poate fi descrisă în funcție de viteza şi energia de mişcare. Particulele care se deplasează cu viteză mare dispun de o mare cantitate de energie. De fapt, fizicienii folosesc rareori „vectorul viteză" în descrierea stării de mişcare a particulei; cel mai adesea operează cu o mărime numită „impuls", egală cu produsul dintre masa particulei şi vectorul viteză.



Structură ondulatorie.

Teoria cuantică asociază particulei proprietățile undei de probabilitate corespunzătoare, raportând amplitudinea într-un anumit punct din spațiu a undei la probabilitatea de a găsi particula în acel punct. Dacă amplitudinea este mare, este probabil să găsim particula, dacă este mică, atunci este improbabil. Trenul de undă reprezentat anterior are aceeaşi amplitudine pe toată lungimea, deci particula poate fi găsită oriunde de-a lungul undei*

Informația referitoare la mişcarea particulei este conținută în lungimea de undă şi în frecvență. Lungimea de

---

*Referitor la acest exemplu, nu trebuie să se înțeleagă că este mai probabil să se găsească particula acolo unde unda prezintă maxime, decât acolo unde prezintă minime. Structura ondulatorie statică din figură este mai curând un „stop-cadru" al unei vibrații continue în care fiecare punct atinge maxime la intervale periodice.

undă este invers proporțională cu impulsul particulei, ceea ce arată că o lungime de undă mică corespunde unei particule care are impuls mare (deci se deplasează cu viteză mare). Frecvența undei este proporțională cu energia particulei; dacă unda are frecvență mare înseamnă că particula are energie mare. În cazul luminii, de exemplu, radiația violetă are frecvență mare și lungime de undă mică fiind constituită din fotoni de impuls mare în timp ce frecvența luminii roșii este mică, lungimea de undă mare corespunzând fotonilor de energie joasă.

O undă care se împrăștie ca în exemplul nostru nu ne spune multe despre poziția particulei corespunzătoare. Ea poate fi găsită oriunde cu aceeași probabilitate. Totuși, ne confruntăm cu situații în care poziția particulei este cunoscută într-o anumită măsură, ca în cazul electronului unui atom. Într-un asemenea caz probabilitățile de a găsi particula în anumite puncte din spațiu converg într-o anumită regiune. În afara acestei zone, ele trebuie să fie nule. Această observație se traduce printr-o undă ca cea din figură, ce corespunde unei particule constrânse să se afle într-o regiune X. O asemenea structură ondulatorie se numește pachet de undă.* Acesta se compune din mai multe trenuri de undă diferite care interferă distructiv în afara regiunii X, astfel încât amplitudinea totală – deci, probabilitatea de a găsi acolo particula – este egală cu zero, pe câtă vreme în interiorul regiunii X interferă constructiv. Acest model arată că particula este localizată undeva în regiunea X, dar nu ne permite să facem afirmații mai precise.

În ceea ce privește diferitele puncte din regiunea X, nu putem decât să precizăm probabilitățile corespunzătoare de localizare (este mai probabil ca particula să se afle în centru, unde amplitudinea este mai mare și mai puțin probabil să se afle la periferia regiunii, unde amplitudinea

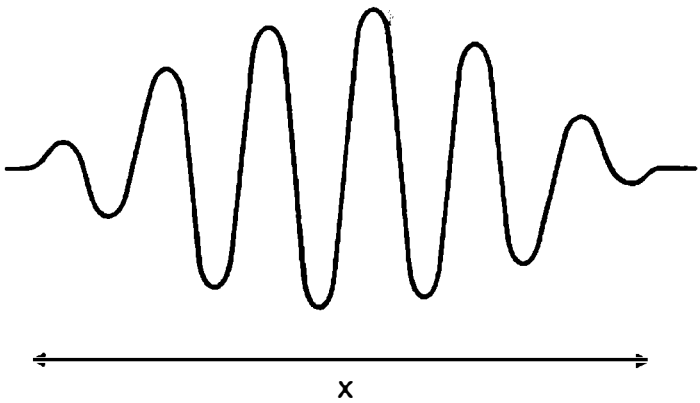
*Pentru simplitate ne rezumăm la o singură dimensiune, adică la poziția unei particule pe o dreaptă. Probabilitățile reprezentate în figură sunt exemple în două dimensiuni și corespund unor pachete de undă de formă mai complicată.

este mică). Astfel, lungimea pachetului de undă reprezintă incertitudinea de localizare.

O proprietate importantă a pachetului de undă constă în aceea că nu are o extindere spațială bine definită, adică distanța dintre două maxime succesive nu este constantă. Există o anumită dispersare a valorilor lungimii de undă care depinde de lungimea pachetului; cu cât pachetul de undă este mai puțin extins, cu atât lungimile de undă sunt mai dispersate. Aceasta nu este o consecință a principiilor teoriei cuantice, ci decurge din proprietățile undelor. Pachetele de undă nu au lungime de undă definită. Teoria cuantică intră în joc în momentul în care se asociază impulsului unei particule o lungime de undă. Dacă pachetul nu are lungime de undă precizată, atunci nici particula nu are impuls precizat. Aceasta arată că nu numai poziția particulei este incertă – datorită lungimii de undă neprecizate –, ci și valoarea impulsului – datorită dispersiei lungimilor de undă. Cele două incertitudini sunt corelate, deoarece dispersia lungimilor de undă (imprecizia în cunoașterea impulsului) depinde de extensia pachetului de undă (imprecizia în stabilirea poziției). Dacă dorim să localizăm particula cu un grad mai mare de precizie, adică să reducem extensia pachetului de undă, atunci va rezulta o dispersare mai pronunțată a valorilor lungimii de undă și astfel va crește imprecizia de determinare a impulsului particulei.

Formula matematică ce exprimă legătura dintre incertitudinile de localizare și de determinare a impulsului este cunoscută sub numele de relația de incertitudine a lui Heisenberg, sau *principiul de nedeterminare*. Înseamnă că la nivelul lumii subatomice nu se pot niciodată stabili cu aceeași precizie atât poziția, cât și impulsul unei particule. Cu cât îi vom cunoaște mai bine poziția, cu atât mai incertă va fi valoarea impulsului și reciproc. Putem decide să efectuăm o măsurătoare precisă a uneia din cele două mărimi; dar atunci nu vom ști absolut nimic despre cealaltă. Este important de subliniat că, așa cum s-a arătat și în capitolul anterior, această limitare nu se datorează imperfecțiunii tehnicilor de măsură, ci este o consecință a

principiului de nedeterminare. Dacă stabilim cu precizie poziția unei particule, atunci ea pur și simplu nu are un impuls determinat și reciproc.



Pachetul de undă corespunzător unei particule localizate undeva în regiunea X.

Relația dintre impreciziile de determinare a poziției și impulsului unei particule nu este unica formă de exprimare a principiului de nedeterminare. Relații similare se stabilesc și între alte mărimi, cum ar fi durata unui proces atomic și cantitatea de energie implicată în acel proces. Aceasta se poate constata ușor dacă se reprezintă pachetul de undă ca un proces de vibrație nu în spațiu, ci în timp. Când particula trece printr-un anumit punct de observație, unda va începe să oscileze în acel punct cu o amplitudine care va crește progresiv și apoi va scădea până se va stinge. Durata acestei oscilații reprezintă intervalul necesar particulei pentru a traversa regiunea de observație. Putem spune că traversarea are loc în acest răstimp, dar nu putem stabili cu mai multă precizie când. Extensia temporală a oscilației reprezintă imprecizia de localizare în timp a unui eveniment.

Așadar, așa cum componenta spațială a pachetului de undă nu are o lungime de undă bine definită, tot așa nici componenta temporală nu are o durată bine precizată.

Dispersia frecvențelor depinde de durata oscilației și, cum teoria cuantică asociază frecvența undei cu energia particulei, dispersia frecvențelor corespunde impreciziei în cunoașterea energiei particulei. Astfel, incertitudinea de localizare în timp a unui eveniment este legată de imprecizia în cunoașterea energiei, așa cum incertitudinea de localizare în spațiu este legată de imprecizia în cunoașterea impulsului. Aceasta înseamnă că nu se pot cunoaște niciodată cu egală precizie momentul de timp la care se petrece un eveniment și cantitatea de energie implicată în respectivul proces. Evenimentele care se petrec în intervale foarte scurte de timp nu permit cunoașterea cu precizie a energiei; procesele a căror energie este cunoscută nu pot fi localizate în timp cu precizie.

Importanța fundamentală a principiului de nedeterminare constă în aceea că el exprimă în formă precisă, matematică, limitarea conceptelor clasice. Așa cum s-a arătat anterior, lumea subatomică apare ca o rețea de relații stabilite între diferitele părțile ale întregului. Noțiunile clasice derivate din experiența zilnică nu sunt adecvate pentru descrierea acestui univers. Pentru exemplificare, conceptul de particulă ca entitate fizică distinctă este o idealizare fără semnificație fundamentală. El nu poate fi definit decât în relație cu întregul din care face parte, iar legăturile sale cu acesta sunt de natură statistică – probabilități, nu certitudini. Când descriem proprietățile unei asemenea entități în termeni clasici ca poziție, energie, impuls etc., constatăm că acestea constituie perechi de concepte intercorelate care nu pot fi definite simultan cu aceeași precizie. Cu cât încercăm să îngrădim un „obiect" fizic în limitele unui concept cu atât celelalte devin mai neclare, relația dintre ele fiind dată de principiul de nedeterminare.

Pentru o mai bună înțelegere a relației dintre perechile de concepte, Niels Bohr a introdus noțiunea de complementaritate. Bohr considera că unda și particula sunt două modalități complementare de a descrie aceeași realitate, fiecare din ele fiind doar parțial corectă și cu un domeniu de aplicabilitate limitat. Amândouă imaginile sunt necesare în descrierea universului atomic, amândouă trebuie aplicate în limitele domeniilor de valabilitate date de principiul de nedeterminare.

Noțiunea de complementaritate a devenit o componentă esențială a concepției despre natură a fizicienilor. Bohr însuşi a sugerat ideea că ea poate fi utilă şi în alte domenii decât fizica; de fapt, complementaritatea s-a dovedit utilă şi acum 2500 de ani. Ea a jucat un rol esențial în filosofia chineză la baza căreia stă ideea că noțiunile opuse se află într-o relație polară sau de complementaritate.

Blazonul lui Niels Bohr; după volumul memorial *Niels Bohr*, editat de S. Rozenthal (North-Holland Publishing Company, Amsterdam, 1967).

Înțelepții chinezi au ilustrat complementaritatea contrariilor prin perechea arhetipală *yin–yang*, considerând raportul lor dinamic drept caracteristică fundamentală a fenomenelor naturale şi a condiției umane.

Lui Niels Bohr îi era familiar paralelismul dintre conceptul de complementaritate şi ideile filosofiei chineze. Când a vizitat China în 1937, după ce el elaborase deja cadrul epistemologic al teoriei cuantice, a rămas foarte impresionat de concepția chineză despre contrarii şi de atunci interesul său pentru cultura orientală nu a scăzut. Zece ani mai târziu, în semn de recunoaştere a contribuției sale majore la dezvoltarea ştiinței şi la promovarea culturii daneze. Bohr a fost înnobilat; iar când a trebuit să aleagă emblema potrivită pentru blazonul său el s-a oprit la simbolul *t'ai-chi* care exprimă complementaritatea contrariilor arhetipale *yin* şi *yang*. Alegând pentru blazonul său acest simbol împreună cu deviza *Contraria sunt complementa* („Contrariile sunt complementare"), Niels Bohr recunoaşte profunda armonie care există între străvechea înțelepciune orientală şi ştiința occidentală modernă.

12 spațiu - timp

Fizica modernă a confirmat în mod spectaculos una din principalele idei ale filosofiei mistice orientale; şi anume că toate conceptele cu ajutorul cărora descriem natura au caracter limitat, că nu reprezintă caracteristici intrinseci naturii aşa cum ne place să credem, ci doar creații ale mentalului nostru; componente ale hărții, nu ale teritoriului. Ori de câte ori experiența noastră se extinde, limitările specifice modului de gândire rațional devin evidente şi suntem obligați să modificăm unele noțiuni sau chiar să le abandonăm.

Noțiunile de timp şi spațiu figurează la loc de cinste pe harta care reprezintă realitatea. Ele ne permit să ordonăm lucrurile şi evenimentele din mediul nostru şi, astfel, au o importanță covârşitoare nu numai în viața de zi cu zi, dar şi în încercările noastre de a înțelege natura prin demersul ştiințific şi filosofic. Nu există lege a fizicii care să nu conțină conceptele de timp şi spațiu în formularea sa. De aceea, modificarea lor radicală de către teoria relativității a reprezentat una din cele mai mari revoluții din istoria ştiinței.

Fizica clasică se bazează atât pe noțiunea de spațiu absolut, tridimensional, independent de obiectele materiale pe care le conține şi ascultând de legile geometriei euclidiene, cât şi pe cea de timp ca dimensiune separată, absolută, care se scurge uniform şi independent de lumea materială. În Vest aceste noțiuni erau atât de înrădăcinate în

mintea filosofilor şi a oamenilor de ştiinţă, încât au fost luate drept caracteristici reale, indiscutabile ale naturii.

Convingerea că geometria aparţine naturii însăşi şi nu este doar o componentă a cadrului conceptual care ne serveşte ca să o descriem, îşi are originea în filosofia greacă. Geometria demonstrativă constituia pentru greci nucleul matematicii şi a influenţat profund filosofia lor. Metoda sa, de a porni de la axiome şi de a deriva teoreme pe calea raţionamentului deductiv, a devenit metoda clasică a filosofiei greceşti; astfel, geometria se afla în centrul tuturor activităţilor intelectuale şi forma baza instruirii filosofice în Grecia. Se spune că deasupra intrării Academiei Platoniciene din Atena se afla o inscripţie care spunea „Aici n-au voie să intre cei care nu ştiu geometrie". Grecii credeau că teoremele lor matematice exprimă adevăruri eterne ale lumii reale şi că formele geometrice sunt manifestări ale frumuseţii absolute. Geometria era considerată combinaţia perfectă între logică şi estetică şi, de aceea, de provenienţă divină. De aici dictonul lui Platon „Dumnezeu este geometru".

Deoarece credeau că geometria este revelată de către Divinitate, evident că grecii se aşteptau ca cerul să se dovedească constituit din aceleaşi forme geometrice perfecte. Această concepţie presupune mişcarea corpurilor cereşti pe traiectorii circulare. Pentru ca imaginea să fie perfect geometrică, spaţiile astrale erau descrise de ei ca nişte sfere cristaline concentrice care se rotesc având Pământul în centru.

În secolele următoare geometria grecilor a continuat să exercite o influenţă puternică asupra filosofiei şi ştiinţei occidentale. *Elementele* lui Euclid a reprezentat un text de bază în şcolile europene până la începutul acestui secol, iar geometria euclidiană a fost considerată însăşi natura spaţiului, vreme de mai mult de două mii de ani. A fost nevoie de un Einstein pentru ca oamenii de ştiinţă şi filosofii să îşi dea seama că geometria nu este intrinsecă naturii, ci îi este impusă acesteia de intelectul nostru. Henry Margenau afirmă în acest sens:

Elementul central al teoriei relativității îl constituie recunoaşterea faptului că geometria ... este o construcție a intelectului. Numai atunci când se acceptă acest adevăr, mentalul devine liber să modifice noțiunile de timp şi spațiu cu care s-a operat atâta vreme, să evalueze toate posibilitățile de definire a acestor noțiuni şi să selecteze acea formulare care este în acord cu observația.[1]

Spre deosebire de filosofia greacă, cea orientală a afirmat mereu că spațiul şi timpul sunt creații ale mentalului. Misticii le tratează ca pe toate celelalte concepte – relative, limitate, iluzorii. Într-un text budist se află următoarele cuvinte:

Învățătura lui Budha spune, că: oh, călugări,... trecutul, viitorul, spațiul fizic, şi individul nu sunt altceva decât nume, forme ale gândirii, cuvinte de uz comun, realități superficiale.[2]

De aceea în Extremul Orient geometria n-a avut niciodată statutul pe care l-a avut în vechea Grecie, dar aceasta nu înseamnă că indienii şi chinezii n-ar fi avut cunoştințe de geometrie. Se foloseau de ele când construiau altare de forme geometrice precise, când măsurau pământul şi elaborau hărți ale cerului, dar niciodată spre a stabili adevăruri abstracte şi eterne. Atitudinea lor filosofică este reflectată şi de faptul că ştiința orientală nu găseşte necesar să încadreze natura într-o schemă cu linii drepte şi cercuri perfecte. În acest context, afirmațiile lui Joseph Needham în legătură cu astronomia chineză sunt foarte interesante:

Astronomii chinezi nu simt nevoia de a da explicații cu ajutorul formelor geometrice – pentru ei, componentele organismului universal îşi urmează propriul Tao *în funcție de adevărata sa natură, iar mişcarea fiecăreia poate fi descrisă numai în forma esențialmente „non-reprezentativă", algebrică. Chinezii nu erau obsedați, ca europenii, de cerc ca formă geometrică per-*

fectă... şi nici nu erau prizonierii concepţiei medievale a sferelor cristaline.[3]

Aşadar, filosofii antici orientali adoptaseră deja atitudinea specifică teoriei relativităţii, considerând că noţiunile de geometrie nu reprezintă proprietăţi absolute, eterne, ale naturii, ci construcţii ale intelectului. În exprimarea lui Ashvaghosha,

Să se înţeleagă clar că spaţiul nu reprezintă decât un mod de particularizare şi nu are existenţă reală... Spaţiul există doar în relaţie cu tendinţa de particularizare proprie conştiinţei.[4]

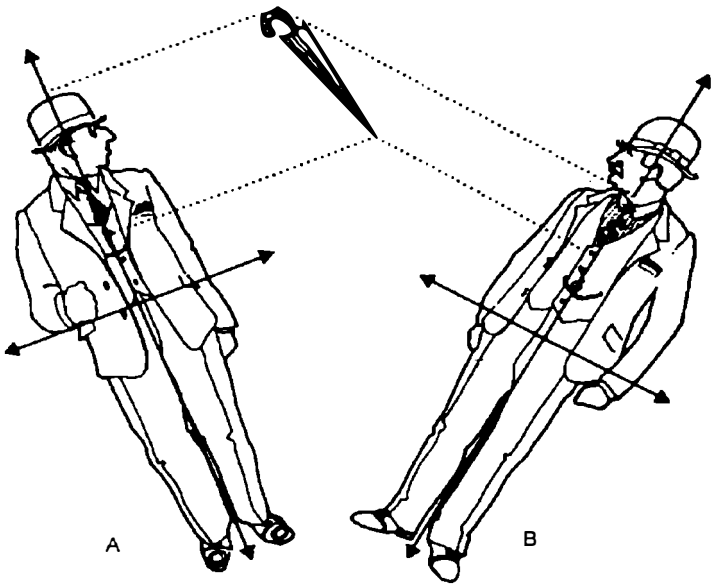
Acelaşi lucru este valabil şi pentru ideea de timp. Misticii din Orient leagă ambele noţiuni – de spaţiu şi timp – de anumite stări particulare ale conştiinţei. Capabili să pătrundă, prin meditaţie, dincolo de starea obişnuită, ei au înţeles că noţiunile convenţionale de spaţiu şi timp nu reprezintă adevărul ultim. Rezultatul experienţei mistice – concepţia lor rafinată despre spaţiu şi timp – ne apare similară concepţiei conturate în fizica modernă de teoria relativităţii.

În ce constă, aşadar, această nouă concepţie despre spaţiu şi timp care decurge din teoria relativităţii? Ea are la bază descoperirea că toate măsurătorile de spaţiu şi timp au caracter relativ. Relativitatea coordonatelor spaţiale nu constituia, firește, o noutate. Era binecunoscut încă înainte de Einstein faptul că poziţia în spaţiu a unui obiect poate fi definită numai în raport cu alte obiecte. Aceasta se realizează de obicei cu ajutorul a trei coordonate, punctul în raport cu care se face măsurătoarea propriu-zisă reprezentând localizarea „observatorului".

Pentru a ilustra relativitatea unor asemenea coordonate, să ne imaginăm doi observatori care plutesc în spaţiu şi o umbrelă – aşa cum se vede în desenul de pe pagina următoare.

Observatorul A vede umbrela în stânga sa şi uşor înclinată, astfel încât capătul ei superior este mai aproape de el decât capătul inferior. Pe de altă parte, observatorul B vede umbrela în dreapta sa şi cu capătul superior mult mai

îndepărtat. Deplasând acest exemplu bidimensional într-un spațiu cu trei dimensiuni, devine evident că noțiuni ca „dreapta", „stânga", „sus", „jos", „oblic" depind de poziția observatorului și, astfel, au caracter relativ.



Doi observatori, A și B, și obiectul observației: o umbrelă.

Acest lucru era cunoscut cu mult timp înaintea apariției teoriei relativității. Dar în ceea ce privește timpul, situația în fizica clasică era cu totul alta. Ordinea în timp a două evenimente era considerată independentă de orice observator. Se considera că noțiunile referitoare la timp – cum ar fi „înainte", „după" sau „simultan" – au caracter absolut, adică nu depind de sistemul de coordonate.

Einstein a arătat că și coordonatele temporale au caracter relativ și depind de observator. În cazul experienței comune, impresia că evenimentele se pot aranja într-o secvență unică în timp se datorează faptului că viteza

luminii – 186 000 mile pe secundă – este atât de mare în comparație cu toate celelalte viteze observabile, încât se poate considera că noi observăm evenimentele în chiar momentul în care ele se produc. Dar acest lucru este incorect. Luminii îi trebuie un interval de timp pentru a ajunge de la eveniment la observator. În mod obișnuit, acest interval este atât de scurt încât pare că lumina se propagă instantaneu; dar atunci când observatorul se deplasează cu viteză mare în raport cu fenomenele cercetate, intervalul de timp dintre momentul producerii unui eveniment și momentul observării lui joacă un rol crucial în stabilirea secvenței evenimentelor. Einstein a arătat că într-un asemenea caz, observatorii care se deplasează cu viteze diferite vor ordona diferit evenimentele în timp* Două evenimente care îi apar unui observator ca simultane pot fi văzute de alți observatori în secvențe temporale diferite. La viteze obișnuite diferențele sunt atât de mici încât nu pot fi detectate, dar la viteze apropiate de viteza luminii efectele devin măsurabile. În fizica energiilor înalte, unde evenimentele sunt reprezentate de interacțiile dintre particulele care se deplasează cu viteze foarte apropiate de viteza luminii, caracterul relativ al timpului este stabilit și a fost confirmat prin nenumărate experimente.*

Relativitatea timpului ne obligă să renunțăm la conceptul newtonian de spațiu absolut. Un asemenea spațiu presupune o configurație bine definită a materiei la orice moment de timp; dar acum, când simultaneitatea ne apare ca un concept relativ, dependent de starea de mișcare a observatorului, nu mai este posibilă definirea unui asemenea

---

* Pentru a stabili acest rezultat este esențial să se ia în considerare faptul că viteza luminii este aceeași pentru toți observatorii.

** De notat că în acest caz observatorul se află în repaus în laborator, dar evenimentele supuse observației sunt cauzate de particule care se deplasează cu viteze diferite. Efectul este același. Ceea ce contează este *mișcarea relativă* a observatorului și observabilelor. Nu are importanță care din acestea două se deplasează față de laborator.

moment de timp pentru întregul Univers. Un eveniment îndepărtat care pentru un anumit observator se produce la un moment dat, pentru un altul se poate produce mai devreme sau mai târziu. Este, deci, imposibil să se vorbească despre „Univers la un moment dat" în mod absolut; nu există spațiu absolut, independent de observator.

Teoria relativității a demonstrat că toate măsurătorile care implică spațiul și timpul își pierd semnificația absolută și ne-a obligat să abandonăm conceptele clasice de spațiu și timp absolut. Importanța fundamentală a acestei realizări a fost subliniată de Mendel Sachs astfel:

> *Adevărata revoluție produsă de teoria lui Einstein constă în abandonarea ideii că sistemul de coordonate spațio-temporale ar avea semnificație obiectivă, de entitate fizică separată. În locul acestei idei, teoria relativității statuează faptul că spațiul și timpul sunt doar elemente ale limbajului cu ajutorul cărora observatorul își descrie mediul.*[5]

Această afirmație făcută de un fizician contemporan evidențiază afinitățile care există între noțiunile de spațiu și timp din fizica modernă și acelea ale misticilor orientali care susțin, cum am arătat mai înainte, că spațiul și timpul „nu sunt altceva decât nume, forme ale gândirii, cuvinte de uz comun."

Cum spațiul și timpul sunt reduse acum la rolul subiectiv de elemente ale limbajului de care observatorii se folosesc pentru a descrie fenomenele naturale, fiecare din ei le va descrie în mod diferit de ceilalți. Pentru a putea stabili legi universale pe baza acestor descrieri, ei trebuie să formuleze legile în așa fel încât să aibă aceeași formă în orice sistem de coordonate, adică pentru toți observatorii aflați în poziții și stări de mișcare arbitrare. Această cerință este cunoscută sub numele de principiul relativității și a constituit punctul de plecare al teoriei relativității. Interesant este faptul că germenele teoriei relativității era conținut în paradoxul cu care s-a confruntat Einstein pe când avea doar

şaisprezece ani. El a încercat să îşi imagineze cum i-ar apărea un fascicul de lumină unui observator care s-ar deplasa odată cu respectivul fascicul, deci ar avea viteza luminii şi a ajuns la concluzia că un asemenea observator ar vedea fasciculul ca pe un câmp electromagnetic oscilând înainte şi înapoi fără a se propaga, adică fără să formeze o undă. Dar un asemenea fenomen nu este cunoscut în fizică. Tânărul Einstein a constatat că ceea ce unui observator îi apare ca un fenomen electromagnetic binecunoscut – şi anume o undă luminoasă –, altuia îi apare ca un fenomen ce contrazice legile fizicii, fapt pe care-l găsea inacceptabil. Mai târziu, Einstein a înţeles că principiul relativităţii este satisfăcut numai dacă toate coordonatele, spaţiale *şi* temporale, sunt relative. Legile mecanicii, care guvernează fenomenele asociate cu corpurile în mişcare şi legile electrodinamicii, adică teoria electricităţii şi magnetismului, pot fi formulate într-un cadru comun „relativist" care să includă timpul ca a patra coordonată pe lângă cele trei coordonate spaţiale, toate trebuind să fie specificate relativ la observator.

Pentru a verifica dacă principiul relativităţii este satisfăcut, adică dacă ecuaţiile unei teorii au aceeaşi formă în toate sistemele de coordonate, trebuie să fie posibilă trecerea coordonatelor spaţiale şi temporale de la un sistem de coordonate – sau „de referinţă" – la altul. Asemenea treceri sau „transformări" erau deja binecunoscute şi des utilizate în fizica clasică. Transformarea de coordonate prin trecerea de la un sistem de referinţă la altul în desenul din figura anterioară, de exemplu, exprimă fiecare din cele două coordonate ale observatorului A (una orizontală şi una verticală, după cum se indică în desen prin săgeţile încrucişate) ca o combinaţie între coordonatele observatorului B şi reciproc. Expresiile exacte se obţin pe baza geometriei elementare.

În fizica relativistă, adăugarea coordonatei temporale ca o a patra coordonată pe lângă cele trei spaţiale dă naştere unei situaţii noi. Cum prin transformarea între

diferitele sisteme de referință se exprimă fiecare coordonată dintr-un sistem ca o combinație a coordonatelor din celălalt, o coordonată spațială în raport cu un anumit sistem de referință va fi funcție de coordonatele spațiale și temporale măsurate în raport cu un alt sistem de referință. Iată, într-adevăr, o situație cu totul nouă. Orice schimbare de sistem de coordonate combină spațiul și timpul într-o formă matematică bine definită. Astfel, ele nu mai pot fi separate, întrucât ceea ce unui observator îi pare a fi doar spațiu, altuia îi apare ca o combinație de spațiu și timp. Teoria relativității a demonstrat că spațiul nu este tridimensional, iar timpul nu constituie o entitate fizică separată. Amândouă sunt intim și inseparabil corelate, formând un continuum cvadridimensional numit „spațiu-timp". Conceptul de spațiu-timp a fost introdus de Hermann Minkovski într-o lucrare celebră datând din 1908:

> *Concepțiile despre spațiu și timp pe care doresc să vi le prezint au țâșnit de pe teritoriul fizicii experimentale și tocmai în asta stă forța lor. Ele sunt radical diferite. De aceea, noțiunilor de spațiu ca atare și timp ca atare nu le mai rămâne decât să se estompeze ca niște umbre, singură uniunea lor păstrând o identitate reală.*[6]

Conceptele de spațiu și timp sunt atât de importante în descrierea fenomenelor naturii, încât modificarea lor atrage după sine alterarea întregului cadru epistemologic al fizicii. Noul cadru tratează spațiul și timpul în mod nediferențiat. În fizica relativistă nu putem vorbi despre spațiu fără a implica și timpul și reciproc. Ori de câte ori se descriu fenomene care se desfășoară la viteze mari trebuie să ne raportăm la acest cadru filosofic.

Cu mult timp înaintea elaborării teoriei relativității, legătura inseparabilă dintre timp și spațiu era binecunoscută în astronomie, dar într-un context diferit. Astronomii și astrofizicienii operează cu distanțe extrem de mari, situație în care faptul că luminii îi este necesar un anumit interval de timp pentru a se propaga de la obiectul observat la

observator are o mare importanță. Datorită faptului că viteza luminii este finită, astronomul nu observă prezentul Universului, ci întotdeauna trecutul său. Pentru a călători de la Soare la Pământ, luminii îi trebuie opt minute și de aceea, indiferent la ce moment vedem noi Soarele, îl vedem de fapt așa cum era cu opt minute în urmă. În mod similar, vedem cea mai apropiată stea așa cum arăta ea acum patru ani și cu telescoapele noastre foarte puternice vedem galaxiile așa cum arătau ele cu milioane de ani în urmă.

Viteza finită a luminii nu constituie nicidecum un handicap pentru astronomi, ci un mare avantaj. Ea le permite să observe evoluția stelelor și a galaxiior privind în spațiu și în trecut. Toate tipurile de fenomene care s-au petrecut în ultimele milioane de ani pot fi observate undeva în spațiu ca și când s-ar petrece acum. Iată, deci, că astronomii sunt familiarizați cu importanța legăturii dintre spațiu și timp. Teoria relativității ne spune că această legătură nu este importantă numai în cazul distanțelor mari, ci și al vitezelor mari. Chiar și aici, pe Pământ, rezultatul măsurării unei distanțe nu este independent de timp, deoarece măsurarea implică specificarea stării de mișcare a observatorului și, astfel, o raportare la coordonata temporală.

Unificarea spațiului și timpului atrage după sine – așa cum s-a arătat în capitolul precedent – unificarea altor concepte fundamentale și acesta este aspectul cel mai important al concepției relativiste. Noțiuni care apăreau ca total disparate în fizica nerelativistă se dovedesc acum a nu fi altceva decât aspecte diferite ale unuia și aceluiași concept. Aceasta este proprietatea care dă teoriei relativității o mare frumusețe și o eleganță matematică desăvârșită. Experiența îndelungată de lucru în contextul teoriei relativității ne-a determinat să îi apreciem eleganța și să ne familiarizăm cu formalismul său matematic. Totuși, intuiția noastră n-a avut prea mult de câștigat. Nu beneficiem de experiența directă, senzorială a spațiu-timpului cvadridimensional și nici a celorlalte concepte relativiste. Ori de câte ori studiem fenomene care implică viteze foarte mari, ne este

greu să operăm cu aceste concepte atât la nivelul intuiției, cât și al limbajului comun.

De exemplu, în fizica clasică se considera că o bară are aceeași lungime și în mișcare și în repaus. Teoria relativității a demonstrat că lucrurile nu stau așa. Lungimea unui obiect depinde de mișcarea sa în raport cu observatorul și variază cu viteza de mișcare. Pe direcția mișcării, obiectul se contractă. O bară are lungime maximă într-un sistem de referință aflat în repaus și se scurtează odată cu creșterea vitezei sale față de observator. În experiențele de „împrăștiere" din fizica energiilor înalte, în care particulele se ciocnesc cu viteze extrem de mari, contracția relativistă este atât de pronunțată încât particulele sferice capătă aspect de „clătite".

Este important să se înțeleagă faptul că nu are nici un sens să ne întrebăm care este lungimea „reală" a unui obiect, așa cum în viața cotidiană nu are sens să ne întrebăm care este lungimea reală a umbrei cuiva. Umbra este o proiecție a unor puncte dintr-un spațiu tridimensional într-un spațiu bidimensional, deci lungimea sa va depinde de unghiul de proiecție. În mod similar, lungimea unui obiect aflat în mișcare reprezintă o proiecție de puncte din spațiul cvadridimensional în spațiul tridimensional, iar lungimea acestei proiecții este diferită în diferitele sisteme de referință.

Afirmația este valabilă și pentru intervalele de timp. Și ele depind de sistemul de referință, dar spre deosebire de distanțe, cresc cu creșterea vitezei față de observator. Aceasta înseamnă că ceasurile aflate în mișcare „merg" mai încet; pentru ele timpul se scurge mai lent. Afirmația este valabilă indiferent de tipul de ceas: ceasuri mecanice, atomice, chiar și ceasul biologic – de exemplu, ritmul cardiac al omului. Dacă unul din doi frați gemeni ar face o călătorie în spațiu cu viteză foarte mare, la întoarcere el ar fi mai tânăr decât fratele său, deoarece „ceasurile" sale – ritmul cardiac, circulația sanguină, undele cerebrale etc. – ar încetini pe durata călătoriei din punctul de vedere al celui rămas pe Pământ. Călătorul, evident, n-ar observa nimic neobișnuit, dar la întoarcere ar constata că fratele său

geamăn este mult mai bătrân decât el. Acest „paradox al gemenilor" este, probabil, cel mai celebru paradox al fizicii moderne. A provocat controverse aprinse în paginile multor publicații științifice, unele continuând încă – dovada elocventă a faptului că realitatea descrisă în teoria relativității nu este ușor de acceptat de gândirea comună.

Scurgerea mai lentă a timpului în cazul mișcării, paradoxală cum pare, a fost dovedită în fizica particulelor elementare. Cele mai multe particule subatomice sunt instabile, adică se dezintegrează după un timp în alte particule. Numeroase experimente au confirmat faptul că timpul de viață* al unei astfel de particule instabile depinde de starea ei de mișcare – crește cu creșterea vitezei particulei. Particulele care se deplasează cu o viteză egală cu 80% din viteza luminii au un timp de viață de 1,7 ori mai mare decât „gemenele" lor mai lente, iar când ating 99% din viteza luminii, un timp de viață de 7 ori mai mare. Încă o dată subliniez că asta nu înseamnă că timpul de viață propriu al particulei se modifică. Din punctul de vedere al particulei, timpul său de viață este întotdeauna același, dar din punctul de vedere al observatorului aflat în laborator, „ceasul intern" al particulei a încetinit și de aceea ea trăiește mai mult.

Toate aceste efecte relativiste ne par stranii pentru că nu putem trăi experiența senzorială a spațiu-timpului cvadridimensional, ci doar a „proiecțiilor" sale tridimensionale. Aceste proiecții au aspecte diferite în diferite sisteme de referință; obiectele în mișcare arată altfel decât obiectele în repaus, iar timpul ceasurilor în mișcare curge diferit. Efectele acestea ne vor părea paradoxale dacă nu vom înțelege că ele nu sunt altceva decât proiecții ale fenomenelor cvadridimensionale tot așa cum umbrele sunt proiecții ale obiectelor tridimensionale. Dacă am putea vizualiza realitatea

---

* Este bine să subliniem un amănunt tehnic: atunci când vorbim despre timpul de viață al unei particule instabile ne referim la timpul său mediu de viață. Datorită caracterului statistic al fizicii subatomice, nu putem face afirmații cu privire la o singură particulă.

cvadridimensională a spațiu-timpului, atunci nimic n-ar mai părea paradoxal.

După cum am arătat deja, misticii orientali pot atinge stări speciale ale conștiinței, stări în care ei depășesc lumea tridimensională a experienței zilnice și experimentează o realitate superioară, multidimensională. În acest sens, Aurobindo vorbește despre „o schimbare subtilă, care te face să vezi într-o a patra dimensiune."[7] S-ar putea ca dimensiunile acestor stări ale conștiinței să nu fie chiar acelea pe care le are în vedere fizica relativistă, dar este evident că ele i-au condus pe mistici spre concepții despre timp și spațiu foarte apropiate acelora pe care se bazează teoria relativității.

Întreaga evoluție a filosofiei mistice din Orient dovedește existența unei intuiții profunde a caracterului „spațio-temporal" al realității. Faptul că spațiul și timpul sunt indisolubil legate, fapt atât de caracteristic fizicii relativiste, este accentuat în nenumărate rânduri. Noțiunile intuitive de spațiu și timp și-au găsit poate cea mai clară și mai elaborată expresie în budism și în special în doctrina școlii *Avatamsaka*, ramură a budismului Mahayana. *Avatamsaka Sutra*, textul fundamental al acestei școli, dă o minunată descriere a felului în care se trăiește experiența realității în starea de iluminare. Conștiința „întrepătrunderii spațiului și timpului" – expresie ideală pentru descrierea spațiu-timpului – este în mod repetat accentuată în *sutra* și este considerată aspectul definitoriu al stării de iluminare. În exprimarea lui D. T. Suzuki,

> *Semnificația sutrei Avatamsaka și filosofia sa ne scapă atâta timp cât nu trăim experiența... unei stări de completă disoluție, în care nu mai există distincție între trup și suflet, subiect și obiect... Privind în jur observăm că... fiecare obiect este legat de toate celelalte... nu numai din punct de vedere spațial, ci și temporal. ...și iată – un fapt care ține de pura experiență –, nu există spațiu fără timp, nu există timp fără spațiu; acestea se întrepătrund.*[8]

Cu greu s-ar putea găsi o modalitate mai potrivită pentru a descrie spaţiu-timpul relativist. Compararea afirmaţiilor lui Suzuki cu acelea ale lui Minkovski, citate mal înainte, evidenţiază faptul că atât fizicienii, cât şi adepţii budismului consideră că noţiunile de spaţiu şi timp se raportează la experienţă; experimentul ştiinţific, în primul caz, experienţa mistică în cel de-al doilea.

După părerea mea, ceea ce face ca viziunea misticilor orientali asupra lumii să se asemene mult mai mult cu concepţia ştiinţifică modernă decât aceea a grecilor antici, este intuiţia atemporalităţii. Filosofia naturală a grecilor este, în întregul ei, esenţial statică şi are la bază geometria. S-ar putea spune despre ea că are un caracter profund „nerelativist"; şi tocmai puternica sa influenţă asupra modului de gândire occidental determină dificultăţile de înţelegere a modelelor relativiste. În schimb, filosofiile orientale se concentrează pe dinamica „spaţiu-timp" şi de aceea, intuiţia îi aduce pe mistici foarte aproape de concepţia relativistă modernă.

Conştiinţa corelaţiei şi a interpenetrării spaţiului şi timpului face ca atât concepţiile fizicienilor moderni cât şi cele ale misticilor din Orient să aibă un caracter dinamic, conţinând evoluţia şi schimbarea ca elemente esenţiale. Acest aspect, care va fi detaliat în capitolul următor, se constituie într-o a doua mare temă ce rezultă din compararea fizicii cu filosofiile orientale – prima fiind unitatea lumii. Studiind modelele relativiste şi teoriile ştiinţifice moderne vom constata că toate reprezintă ilustrări spectaculoase ale celor două aspecte ale concepţiei orientale – unitatea Universului şi caracterul său dinamic.

Teoria relativităţii, aşa cum a fost ea expusă până aici, este cunoscută sub numele de „teoria relativităţii restrânse". Ea oferă un cadru epistemologic comod pentru descrierea fenomenelor asociate corpurilor în mişcare, fenomenelor electrice şi magnetice; caracteristicile sale principale sunt relativitatea spaţiului şi a timpului şi unificarea lor într-o entitate cvadridimensională numită spaţiu-timp.

În „teoria generală a relativității", cadrul teoriei relativității restrânse este extins pentru a include gravitația. Efectul gravitației, conform teoriei generale a relativității, este acela de a curba spațiu-timpul – lucru, iarăşi, extrem de dificil de imaginat. Ne putem uşor imagina o suprafață bidimensională curbă, ca suprafața unui ou, pentru că în spațiul tridimensional întâlnim asemenea suprafețe. Semnificația termenului de curbură în cazul suprafețelor bidimensionale este astfel foarte clară; dar în ceea ce priveşte spațiul tridimensional – ca să nu mai vorbim de spațiu-timpul cvadridimensional – imaginația ne abandonează. Deoarece nu putem privi spațiul tridimensional „din exterior", nu putem înțelege cum poate el să fie încovoiat într-o anumită direcție.

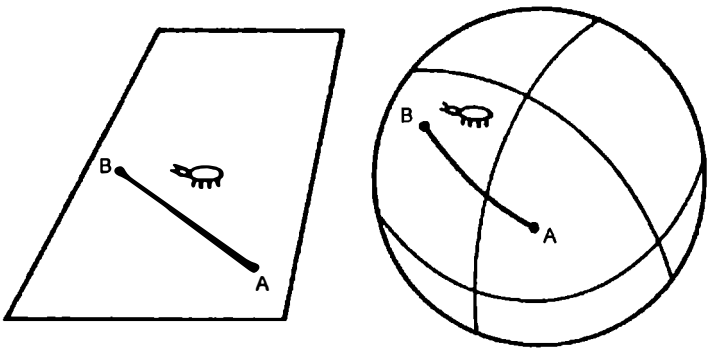
Pentru a înțelege spațiu-timpul curb trebuie să facem analogii cu suprafețele bidimensionale. Să ne imaginăm, de exemplu, suprafața unei sfere. Faptul crucial care face posibilă analogia cu spațiu-timpul este acela că respectiva curbură este o proprietate intrinsecă acelei suprafețe şi poate fi măsurată fără a ne situa pentru aceasta în spațiul tridimensional. O insectă bidimensională constrânsă să se deplaseze pe suprafața sferei şi incapabilă să experimenteze a treia dimensiune ar putea, cu toate acestea, să îşi dea seama că suprafața pe care se află este curbă, deoarece ea poate efectua măsurători geometrice.

Spre a ne da seama cum este posibil acest lucru, vom face o comparație între geometria gândăcelului de pe sferă cu geometria unei insecte similare, dar care trăieşte pe o suprafață plană* Să presupunem că cei doi gândăcei îşi încep studiile de geometrie trasând o dreaptă, definită ca cea mai scurtă distanță între două puncte. Rezultatul este înfățişat în figura următoare. Observăm că gândăcelul aflat pe suprafața plană a trasat o foarte frumoasă linie dreaptă; dar ce-a făcut cel de pe sferă? Pentru el, linia pe care a trasat-o este cea mai scurtă legătură între cele două puncte

---

* Următoarele exemple sunt citate din R. P. Feynman, R. B. Leighton şi M. Sands, *The Feynman Lectures on Physics*, (Addison-Wesley Reading, Mass., 1966) vol. II, capitolul 42.

A şi B, de vreme ce oricare alta s-ar dovedi a fi mai lungă; dar din punctul nostru de vedere ea este o curbă (mai precis, un arc de cerc).

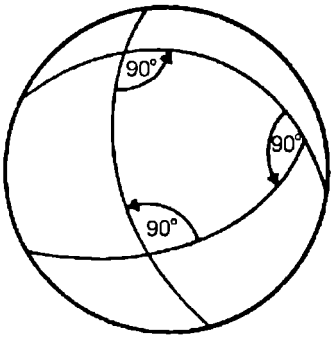


Cum se desenează o „dreaptă" în plan şi pe sferă.

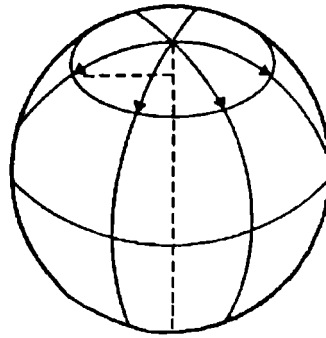
Acum, să presupunem că gândăceii studiază triunghiurile. Gândăcelul de pe plan va constata că suma celor trei unghiuri ale oricărui triunghi este egală cu suma a două unghiuri drepte, adică cu 180° ; dar gândăcelul de pe sferă va constata că suma unghiurilor triunghiurilor sale este întotdeauna mai mare decât 180° (după cum se poate vedea în desenul din stânga de pe pagina următoare).

În cazul triunghiurilor mici, suma depăşeşte cu puţin valoarea 180°, dar pe măsură ce acestea cresc, diferenţa faţă de valoarea amintită creşte şi ea; astfel încât, în cele din urmă gândăcelul de pe sferă va putea să deseneze triunghiuri pentru care suma unghiurilor să fie egală cu trei unghiuri drepte. În final, lăsăm gândăceii să traseze cercuri şi să le măsoare circumferinţa. Insecta de pe plan va constata că circumferinţa cercurilor sale este întotdeauna egală cu produsul dintre 2π şi raza corespunzătoare, indiferent de dimensiunea cercurilor. Aceasta în timp ce gândăcelul de pe sferă va constata că întotdeauna circumferinţa cercurilor sale este mai mică decât produsul

dintre 2π şi rază. După cum se poate vedea în desenul din dreapta, ceea ce gândăcelul numeşte rază a cercului său este, de fapt, o curbă care va fi întotdeauna mai lungă decât raza reală a cercului.



Un triunghi desenat pe o sferă poate avea trei unghiuri drepte.



Cum se desenează un cerc pe o sferă.

Pe măsură ce gândăceii vor continua să studieze geometria, cel aflat pe plan va descoperi axiomele şi teoremele geometriei euclidiene, în timp ce amicul său de pe sferă va descoperi cu totul alte legi. Diferenţa dintre ele va fi mică în cazul figurilor geometrice de dimensiuni mici, dar va creşte cu dimensiunea acestora. Exemplul cu gândăceii ne arată că oricând se poate stabili dacă o suprafaţă este curbă sau nu efectuând măsurători geometrice şi comparând rezultatele cu acelea prezise de geometria euclidiană. Dacă există discrepanţe, atunci suprafaţa este curbă; cu cât discrepanţa este mai pronunţată – la o dimensiune dată a figurilor geometrice – cu atât curbura este mai pronunţată.

În acelaşi mod definim un spaţiu tridimensional curb ca fiind acel spaţiu în care geometria euclidiană nu mai este valabilă. Legile geometriei într-un asemenea spaţiu vor fi de un tip diferit, „ne-euclidian". Geometria ne-euclidiană a fost elaborată ca pură abstracţiune matematică, de către mate-

maticianul Georg Riemann în secolul al XIX-lea şi mult timp n-a reprezentat mai mult de atât; dar aceasta până când Einstein a lansat sugestia revoluţionară conform căreia spaţiul tridimensional în care trăim este, de fapt, curb. Conform teoriei lui Einstein, curbura spaţiului se datorează câmpurilor gravitaţionale generate de corpurile dotate cu masă. Spaţiul din jurul oricărui corp cu masă este curbat, iar gradul de curbură, adică gradul în care geometria sa se abate de la geometria euclidiană depinde de masa obiectului.

Ecuaţiile care leagă curbura spaţiului de distribuţia masei în spaţiu sunt ecuaţiile Einstein ale câmpului. Ele se aplică nu numai pentru a determina variaţiile locale ale curburii în vecinătatea stelelor şi a planetelor, ci şi pentru a stabili dacă există o curbură globală a spaţiului, pe distanţă mare. Cu alte cuvinte, ecuaţiile Einstein pot fi utilizate pentru a determina structura Universului ca întreg. Din nefericire, rezultatul lor nu este unic. Sunt posibile mai multe soluţii ale ecuaţiilor şi aceste soluţii constituie modele variate ale Universului, modele studiate în cosmologie, unele dintre ele urmând a fi expuse în capitolele următoare. Obiectivul principal urmărit astăzi în cosmologie este de a stabili care model corespunde structurii actuale a Universului.

Cum în teoria relativităţii spaţiul nu poate fi separat de timp, curbura datorată gravitaţiei nu poate fi limitată la spaţiul tridimensional, ci trebuie extinsă la spaţiu-timpul cvadridimensional – şi tocmai asta realizează teoria relativităţii. Într-un spaţiu-timp curb, distorsiunile datorate curburii nu afectează numai relaţiile spaţiale, geometrice, ci şi extensiile intervalelor de timp. Timpul nu se scurge cu aceeaşi viteză ca în „spaţiu-timpul plan" şi aşa cum curbura variază de la un punct la altul, conform distribuţiei de masă, tot aşa variază şi viteza de curgere a timpului. Este important de observat că, totuşi, această variaţie a vitezei de trecere a timpului poate fi constatată doar de un observator aflat în alt loc decât acela în care se află ceasurile care măsoară variaţiile. Dacă, de exemplu, observatorul s-ar afla

într-un loc în care timpul trece mai greu, toate ceasurile sale ar rămâne în urmă şi deci nu ar avea nici un mijloc să măsoare efectul.

În mediul nostru terestru efectele gravitaţiei asupra spaţiului şi timpului sunt atât de mici încât se neglijează; dar în astrofizică, acolo unde se lucrează cu corpuri masive, ca planetele, stelele şi galaxiile, curbura spaţiu-timpului este un fenomen important. Toate observaţiile au confirmat teoria lui Einstein şi ne-au convins că, într-adevăr, spaţiu-timpul este curb. Cele mai puternice efecte ale curburii spaţiului sunt puse în evidenţă la colapsul gravitaţional al stelelor masive. Conform teoriei actuale, orice stea atinge un stadiu în evoluţia sa după care colapsează datorită atracţiei gravitaţionale care se exercită între particulele sale. Cum atracţia creşte rapid cu inversul distanţei dintre particule, implozia se accelerează şi, dacă steaua este suficient de masivă, adică dacă are o masă de două ori mai mare decât a Soarelui nici un proces cunoscut nu mai poate opri colapsul care continuă un timp nedefinit.

Pe măsură ce steaua colapsează şi devine din ce în ce mai densă, forţa gravitaţională la nivelul suprafeţei sale devine din ce în ce mai puternică şi, în consecinţă, spaţiu-timpul în jurul stelei se curbează din ce în ce mai mult. Datorită creşterii în intensitate a atracţiei gravitaţionale la nivelul suprafeţei stelei, devine din ce în ce mai dificil ca ceva să scape de pe această suprafaţă şi în cele din urmă nimic – nici măcar lumina – nu mai poate scăpa de pe suprafaţa stelei. În acest stadiu spunem că în jurul stelei se formează un orizont închis, deoarece nici un semnal nu „scapă" pentru a comunica cu lumea exterioară. Spaţiul din jurul stelei este atunci atât de curbat încât lumina prinsă ca într-o capcană nu mai poate scăpa în lumea din afară. Nu putem vedea o asemenea stea, căci lumina ei nu ajunge niciodată la noi şi din acest motiv este numită *gaură neagră*. Existenţa găurilor negre a fost prezisă pe baza teoriei relativităţii încă din 1916 şi recent a început să li se acorde o

atenție cu totul specială deoarece unele fenomene stelare de curând investigate par să indice existența unei stele masive rotindu-se în jurul unui partener invizibil care ar putea fi o gaură neagră.

Găurile negre sunt printre cele mai misterioase şi mai fascinante obiecte studiate de astrofizica modernă şi ilustrează în mod spectaculos efectele teoriei relativității. Curbura accentuată a spațiu-timpului în jurul lor nu numai că împiedică lumina să ajungă la noi, dar are un efect la fel de important asupra timpului. Dacă un ceas care şi-ar trimite semnalele spre noi ar fi ataşat pe suprafața stelei ce colapsează, am observa cum aceste semnale încetinesc pe măsură ce steaua se apropie de orizontul închis, iar odată ce steaua ar deveni o gaură neagră nici un semnal de la ceas n-ar mai ajunge la noi. Pentru un observator din exterior scurgerea timpului la nivelul suprafeței stelei încetineşte pe măsură ce steaua colapsează şi se opreşte de îndată ce aceasta atinge orizontul închis. Astfel, colapsul unei stele durează un timp infinit. Steaua însăşi nu „trăieşte" nici o experiență neobişnuită atunci când colapsează dincolo de orizontul închis. Timpul ei continuă să treacă normal şi colapsul continuă un interval finit până când steaua s-a concentrat într-un punct de densitate infinită. Aşadar, cât durează de fapt colapsul unei stele, un timp finit sau infinit? În cadrul teoriei relativității o asemenea întrebare nu are sens. Timpul de viață al unei stele care colapsează, ca orice interval de timp, are caracter relativ şi depinde de sistemul de referință al observatorului.

În cadrul teoriei generale a relativității, conceptele clasice de spațiu şi timp ca entități absolute şi independente sunt complet abolite. Nu numai că toate măsurătorile care implică spațiul şi timpul au caracter relativ, depinzând de starea de mişcare a observatorului, dar întreaga structură a spațiu-timpului este intrinsec corelată cu distribuția materiei. Spațiul este curbat în mod diferit, iar timpul se scurge cu viteze diferite în diferite puncte din Univers. Am ajuns astfel

să înțelegem că noțiunile noastre de spațiu tridimensional euclidian şi de curgere liniară a timpului sunt limitate la experiența comună şi trebuie abandonate atunci când acest tip de experiență este depăşit.

Înțelepții Orientului vorbesc şi ei despre o extindere a experienței lor în stadii mai înalte ale conştiinței şi afirmă că aceste stadii implică o experimentare radical diferită a spațiului şi timpului. Ei nu pun accent doar pe depăşirea spațiului obişnuit, tridimensional, în starea de meditație, ci şi – într-o măsură încă mai mare – pe depăşirea conştiinței obişnuite a trecerii timpului. În locul succesiunii liniare a evenimentelor, ei trăiesc – după expresia lor – un prezent infinit, neprecizat şi totuşi dinamic. În următoarele pasaje, trei mistici orientali vorbesc despre experiența acelui „etern acum": înțeleptul taoist Chuang Tzu; Hui-neng, al şaselea patriarh Zen; şi D. T. Suzuki, maestru budist contemporan.

> *Să uităm de trecerea timpului; să uităm disputa de idei. Să ne raportăm la infinit şi să ne plasăm în această perspectivă.*[9]
>
> Chuang Tzu

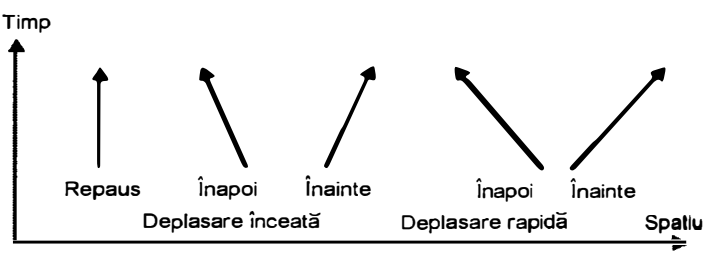
> *Prezentul este liniştea absolută. Deşi este acum, nu are sfârşit şi în aceasta stă fericirea eternă.*[10]
>
> Hui-neng

> *În lumea spirituală timpul nu este divizat în trecut, prezent şi viitor; căci ele se concentrează într-un unic moment al prezentului în care viața dobândeşte adevăratul său sens...Trecut şi viitor sunt absorbite în această dipă de iluminare care nu încremeneşte pe loc, ci îşi continuă fără încetare mersul.*[11]
>
> D. T. Suzuki

Este aproape imposibil să vorbim despre experiența prezentului atemporal, căci termeni ca „atemporal", „prezent", „trecut", „clipă" etc. se raportează la conceptul con-

venţional de timp. Este, de aceea, extrem de dificil să înţelegem ce vor să spună filosofii mistici în pasaje ca cele citate; dar aici, încă o dată, fizica modernă poate facilita înţelegerea, aşa cum poate ilustra grafic felul în care teoriile sale transcend noţiunea comună de timp.

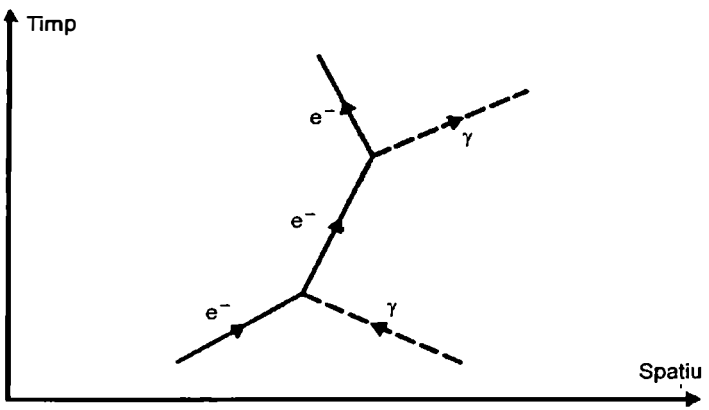
În fizica relativistă istoria unui obiect, de exemplu a unei particule, poate fi reprezentată printr-o aşa-numită „diagramă spaţio-temporală". În aceste diagrame, direcţia orizontală reprezintă spaţiul*, iar cea verticală, timpul. Traiectoria particulei prin spaţiu-timp se numeşte „linie de univers". Chiar dacă particula se află în repaus, ea se deplasează totuşi în timp şi în acest caz linia sa de univers este o linie verticală. Dacă se deplasează în spaţiu, liniile sale de univers vor fi înclinate; cu cât înclinarea liniei de univers este mai mare, cu atât particula se deplasează mai repede. De observat că particulele se pot deplasa în timp într-un singur sens, şi anume în sus, dar în spaţiu deplasarea este posibilă în ambele sensuri. Liniile lor de univers pot fi înclinate către orizontală oricât de mult, dar nu se vor confunda niciodată cu aceasta, căci ar însemna că particula se deplasează instantaneu dintr-un loc în altul.



Liniile de univers ale particulelor.

* În aceste diagrame spaţiul este reprezentat ca o singură dimensiune; celelalte două au fost suprimate pentru ca diagrama să poată fi reprezentată în plan.

Diagramele spațiu-timp sunt utilizate în fizica relativistă în reprezentarea interacțiilor între diferite particule. Pentru fiecare proces se poate desena o diagramă căreia i se asociază o anumită expresie matematică ce desemnează probabilitatea de apariție a respectivului proces. Ciocnirea, sau „împrăştierea", dintre un electron şi un foton poate fi reprezentată printr-o diagramă de felul celei următoare. Diagrama se interpretează astfel (începând de jos în sus, conform sensului pozitiv al axei temporale): un electron (notat e^- datorită sarcinii sale negative) ciocneşte un foton (notat γ); fotonul este absorbit de electron care îşi continuă traiectoria cu o viteză diferită (se modifică înclinarea liniei de univers); după un timp, electronul emite fotonul şi îşi schimbă direcția de deplasare.

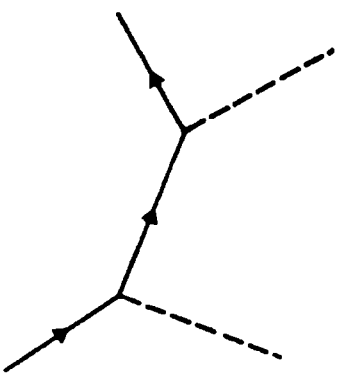


Împrăştierea electron–foton.

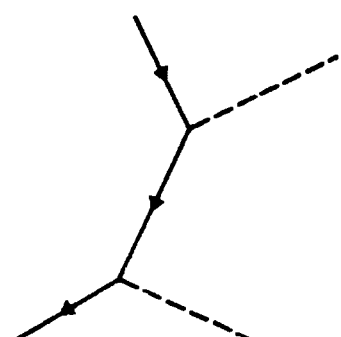
Teoria care constituie cadrul cel mai adecvat operării cu aceste diagrame spațiu-timp şi cu expresiile matematice asociate, este numită „teoria cuantică a câmpului". Este una din principalele teorii relativiste din fizica modernă ale cărei concepte de bază vor fi discutate mai departe. Pentru discuția despre diagramele spațio-temporale va fi suficient

să cunoaştem două aspecte importante ale teoriei. Primul se referă la aceea că orice interacţie este însoţită de crearea şi distrugerea unor particule, ca în cazul absorbţiei şi emisiei fotonului în diagrama prezentată; iar celălalt aspect se referă la simetria particulă–antiparticulă. Pentru fiecare particulă există o antiparticulă de masă egală şi sarcină electrică opusă. De exemplu, antiparticula electronului este numită pozitron şi, de obicei, este notată e^+ Fotonul, particulă fără sarcină electrică, este propria sa antiparticulă. Fotonii generează perechi electron–pozitron, acestea la rândul lor se transformă în fotoni prin procesul invers de anihilare.

Diagramele spaţio-temporale se simplifică mult prin adoptarea următorului artificiu. Săgeata unei linii de univers nu mai indică direcţia de mişcare a particulei (care nici nu mai trebuie specificată, de vreme ce toate particulele se deplasează în timp într-un singur sens, adică în sus pe diagramă). În loc de aceasta, săgeata este utilizată pentru a exprima distincţia între particulă şi antiparticulă: dacă este îndreptată în sus indică o particulă (de exemplu un electron), iar dacă este îndreptată în jos indică o antiparticulă (de exemplu, un pozitron). Fotonul, fiind în acelaşi timp şi propria sa antiparticulă, este reprezentat de o linie de univers fără săgeată.

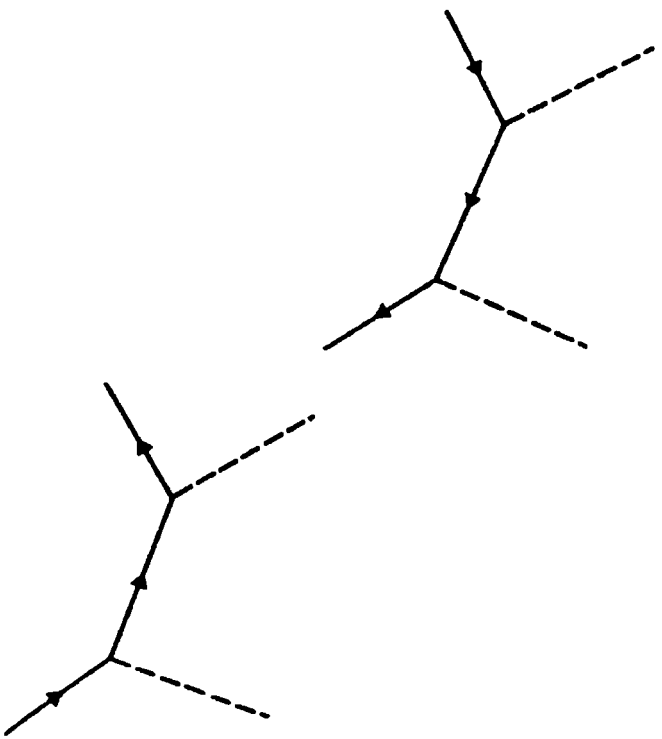


Împrăştierea electron–foton.



Împrăştierea pozitron–foton.

Cu aceste modificări se pot omite toate notațiile într-o diagramă, fără a cauza vreo confuzie: liniile cu săgeți reprezintă electroni, cele fără săgeți reprezintă fotoni. Pentru o mai mare simplificare a diagramei se pot omite axa spațială şi cea temporală, ținând seama că direcția timpului este de jos în sus, iar a spațiului de la stânga la dreapta. Diagrama spațio-temporală rezultată pentru împrăştierea electron–foton va arăta ca în figura din stânga. Diagrama care ilustrează procesul de ciocnire dintre un pozitron şi un foton este similară, dar are săgețile orientate în jos (vezi figura din dreapta).



Până aici, nimic neobişnuit în discuţia noastră despre diagramele spaţiu-timp. Le-am citit pornind de jos în sus, conform cu concepţia noastră convenţională despre trecerea timpului. Aspectul neobişnuit este legat de diagramele care conţin liniile de univers ale pozitronilor, ca acelea ilustrând împrăştierea pozitron–foton.

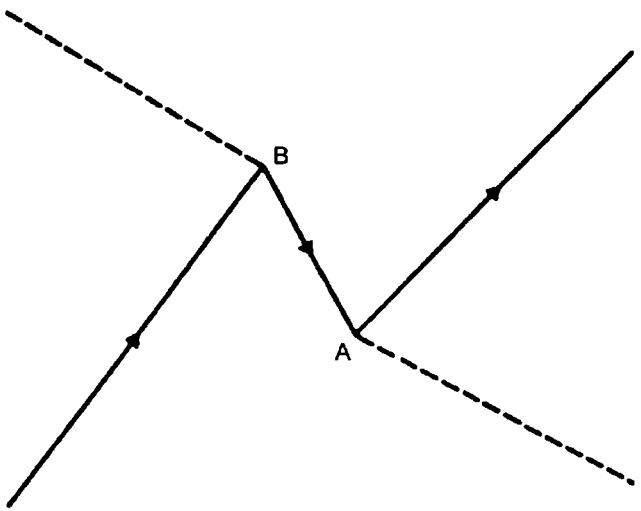
Formalismul matematic al teoriei câmpului permite o dublă interpretare a acestor linii; poate fi vorba sau de pozitroni deplasându-se înainte în timp, sau de electroni *deplasându-se înapoi în timp*! Din punct de vedere matematic, cele două interpretări sunt identice; aceeaşi expresie matematică descrie o antiparticulă care se deplasează din trecut spre viitor şi una care se deplasează din viitor spre trecut. Aşadar, cele două diagrame ale noastre descriu unul şi acelaşi proces care are loc în sensuri diferite pe axa timpului. Ambele pot fi interpretate ca împrăştieri electron–foton, dar într-un caz particulele se deplasează înainte în timp, iar în celălalt, înapoi în timp * Teoria relativistă a interacţiei dintre particule demonstrează că există o simetrie totală în raport cu direcţia axei timpului.

Spre a înţelege în ce mod această caracteristică surprinzătoare a lumii subatomice afectează concepţia noastră despre spaţiu şi timp, să considerăm procesul ilustrat de diagrama următoare.

Citind diagrama în mod convenţional, pornind de jos în sus, o vom interpreta după cum urmează: un electron (reprezentat printr-o linie continuă) şi un foton (reprezentat printr-o linie punctată) se deplasează unul spre celălalt; fotonul creează o pereche electron–pozitron în punctul A, din care electronul pleacă spre dreapta, iar pozitronul spre stânga; apoi pozitronul se ciocneşte cu electronul iniţial în

*Liniile punctate reprezintă întotdeauna fotoni, indiferent dacă se deplasează înainte sau înapoi în timp, deoarece antiparticula fotonului este tot un foton.

punctul B şi se produce anihilarea electron–pozitron însoţită de crearea unui foton care se va deplasa spre stânga. Sau – interpretarea alternativă – interacţia a doi fotoni cu un singur electron care se deplasează mai întâi înainte în timp şi apoi în urmă, pentru ca în final să se deplaseze din nou înainte în timp. În acest caz se urmăresc săgeţile pe linia de univers de-a lungul întregii traiectorii; electronul ajunge în punctul B unde emite un foton şi îşi schimbă direcţia pentru a se deplasa înapoi în timp în punctul A; acolo absoarbe fotonul iniţial, îşi schimbă din nou direcţia în timp, deplasându-se din trecut spre viitor. Într-un fel, cea de-a doua interpretare este mai simplă decât prima, deoarece nu facem decât să urmărim linia de univers a particulei. Pe de altă parte, urmând această cale ne lovim de serioase dificultăţi de limbaj. Electronul călătoreşte „mai întâi" spre B, „apoi" spre A; şi totuşi absorbţia fotonului în A se produce înaintea emisiei celuilalt foton în B.



Proces de împrăştiere în care sunt implicaţi fotoni, electroni şi pozitroni.

Cea mai bună cale pentru a evita aceste dificultăți este de a privi diagramele spațio-temporale, de felul celei prezentate, nu ca pe niște înregistrări cronologice ale traiectoriilor particulelor prin timp ci mai curând ca pe niște structuri cvadridimensionale în spațiu-timp, reprezentând o rețea de evenimente intercorelate şi căreia nu i se ataşează nici o direcție în timp. De vreme ce orice particulă se poate deplasa înainte şi înapoi în timp tot aşa cum se poate deplasa spre stânga şi spre dreapta în spațiu, nu are nici un rost să alegem un sens de curgere a timpului în aceste diagrame. Ele nu sunt decât simple hărți cvadridimensionale trasate în spațiu-timp în aşa fel încât nu putem vorbi despre o desfăşurare secvențială a evenimentelor. Aşa cum s-a exprimat Louis De Broglie:

> *Tot ceea ce pentru noi constituie trecut, prezent sau viitor, în spațiu-timp reprezintă un întreg nediferențiat...Pe măsură ce timpul său se scurge, fiecare observator descoperă noi „felii" de spațiu-timp care-i apar ca aspecte succesive ale lumii materiale, când, de fapt, ansamblul de evenimente ce constituie spațiu-timpul exista anterior observației.*[12]

Aceasta este, deci, semnificația completă a spațiu-timpului în fizica relativistă. Spațiul şi timpul sunt absolut echivalente; ele sunt unificate într-un continuum cvadridimensional în cadrul căruia interacțiile particulelor se pot produce în orice direcție. Dacă vrem să ilustrăm aceste interacții trebuie să le reprezentăm ca un „instantaneu fotografic cvadridimensional" care acoperă întregul interval de timp, ca şi întreaga zonă spațială. Pentru a simți corect realitatea relativistă a particulelor, trebuie, aşa cum ne cere Chuang Tzu, să „uităm curgerea timpului" şi tocmai de aceea diagramele spațio-temporale ale câmpului pot reprezenta o foarte utilă analogie cu experiența spațiu-timpului trăită de misticii orientali. Remarcile lui Lama Govinda des-

pre meditaţia budistă subliniază relevanţa unei asemenea analogii:

> *Când vorbim despre experienţa spaţiului în meditaţie ne referim la o dimensiune complet diferită... în cadrul acestei experienţe curgerea secvenţială a timpului este convertită într-o co-existenţă simultană, existenţa faţă în faţă... care, încă o dată, nu este statică, ci devine un continuum viu în care spaţiul şi timpul sunt integrate.*[13]

Deşi fizicienii fac apel la formalismul matematic şi la diagrame pentru a descrie interacţiile „en bloc" în spaţiu-timpul cvadridimensional, afirmă că în lumea noastră observatorii realizează experienţa fenomenelor numai într-o succesiune spaţio-temporală, adică doar ca o secvenţă temporală. Misticii, pe de altă parte, susţin că pot trăi experienţa întregului spaţio-temporal în care timpul nu mai curge. Astfel, maestrul Zen Dogen spunea:

> *Mulţi cred că timpul trece; de fapt timpul este imobil. Ideea de trecere poate fi denumită timp, dar este o idee greşită, căci de vreme ce este percepută doar ca trecere nu se mai poate înţelege cum de stă pe loc.*[14]

Numeroşi maeştri din Orient subliniază faptul că raţiunea are nevoie de timp, dar iluminarea îl poate transcende. „Viziunea", spune Govinda, „este legată de un spaţiu cu mai multe dimensiuni şi, de aceea, atemporală".[15] Spaţiu-timpul relativist este un spaţiu similar, atemporal. Toate evenimentele în acest spaţiu sunt corelate, dar corelaţiile nu sunt cauzale. Interacţiile dintre particule pot fi interpretate în termenii relaţiei cauză-efect numai atunci când diagramele spaţio-temporale sunt citite într-un sens bine definit, de exemplu de jos în sus. Atunci când sunt considerate simple scheme cvadridimensionale fără a li se ataşa vreun sens

bine definit pe axa timpului, atunci nu există „înainte" şi „după" şi deci nu există relaţie cauzală.

În mod similar, filosofii mistici din Orient arată că odată cu depăşirea conceptului de timp ei transcend şi relaţia cauză-efect. La fel ca şi noţiunile comune de spaţiu şi timp, legea cauzalităţii este limitată la o anumită experienţă a realităţii şi trebuie abandonată odată cu extinderea acestei experienţe. Despre aceasta, Swami Vivekananda spune:

> *Timpul, spaţiul şi legea cauzalităţii sunt sticla prin care este privit Absolutul... În Absolut nu există nici spaţiu, nici timp, nici cauzalitate.*[16]

Tradiţia spirituală orientală indică adepţilor săi numeroase căi pentru a merge dincolo de experienţa comună a timpului şi pentru a se elibera de lanţul de cauze şi efecte – de legăturile *karmei,* cum o numesc hinduiştii şi budiştii. S-a spus, de aceea, că mistica orientală ar fi eliberarea de timp. Într-un fel, acelaşi lucru s-ar putea spune şi despre fizica relativistă.

13 universul dinamic

Idealul suprem al filosofiei mistice orientale constă în trăirea experienței tuturor fenomenelor ca manifestări ale aceleiaşi realități ultime. Această realitate este privită ca principiu unic al Universului, din care decurg toate evenimentele şi fenomenele şi care le unifică pe toate. Hinduiştii îl numesc *Brahman*, budiştii *Dharmakaya* (Ființarea), sau *Tathata* (Ceea ce este), iar taoiştii, *Tao*; toți sunt de acord că el transcende conceptualizarea şi sfidează orice încercare de a-l defini. Totuşi, acest principiu unic nu poate fi separat de multiplele sale manifestări. Lui îi este proprie manifestarea sub nenumărate forme care se nasc şi pier, transformându-se unele în altele într-un ciclu nesfârşit. Sub aspect fenomenologic, Unitatea cosmică este intrinsec dinamică; conştiința acestei dinamici constituie elementul comun tuturor şcolilor mistice din Orient. Despre şcoala Kegon, ramură a budismului Mahayana, D. T.Suzuki scria:

> *Ideea centrală în Kegon este de a aborda în mod dinamic Universul, a cărui caracteristică este permanenta mişcare, adică viața.*[1]

Accentuarea caracterului dinamic, a mişcării, curgerii şi a transformării permanente nu caracterizează numai tradiția mistică orientală, ci reprezintă o coordonată comună tuturor concepțiilor mistice indiferent de regiune şi perioadă. În Grecia antică, Heraclit afirma că „totul curge" şi compara lumea cu un foc veşnic, în timp ce în Mexic misticul *Yaqui*

Don Juan vorbea despre o „lume fluidă" şi arăta că „înţeleptul trebuie sa fie flexibil şi receptiv".[2]

Principalii termeni filosofici din hinduism şi budism au conotaţii dinamice. Cuvântul *Brahman* derivă din rădăcina sanscrita *brih* – a creşte –, şi astfel sugerează o realitate dinamică, vie. S. Radhakrishnan arată că „Termenul *Brahman* semnifică creştere şi sugerează viaţă, mişcare şi progres."[3] *Upanishadele* se referă la *Brahman* numindu-l „nemuritorul, mişcătorul, neîntruchipatul"[4], asociindu-l cu mişcarea, deşi el transcende orice formă.

În *Rig Veda* un alt termen exprimă natura dinamică a Universului, şi anume *Rita.* El deriva din *ri* – a se mişca; sensul său original din *Rig Veda* este acela de „curs al evenimentelor", „ordine a lumii". Joacă un rol important în legendele *Vedelor* şi este menţionat în legătură cu toate divinităţile Vedice. Vizionarii Vedici concep ordinea lumii nu ca pe o lege divină statică, ci ca pe un principiu dinamic inerent. Această idee nu diferă de ideea chineză, de *Tao* – „Calea" – ca ordine interioară a Universului. Ca şi vizionarii Vedici, înţelepţii chinezi concep lumea în termenii curgerii şi ai schimbării, conferind astfel ideii de ordine cosmică conotaţii esenţialmente dinamice. Ambele concepte, *Rita* şi *Tao* şi-au pierdut mai târziu sensul original, cosmic, primind în schimb valenţe morale; *Rita* a ajuns să semnifice legea universală ce trebuie respectată deopotrivă de zei şi de oameni, iar *Tao* calea de urmat în viaţă.

Conceptul Vedic *Rita* anticipează ideea de *karma,* enunţată mai târziu pentru a exprima corelarea dinamică a lucrurilor şi evenimentelor. Cuvântul *karma* înseamnă „acţiune" şi denotă intercorelarea „activă", sau dinamică, a tuturor fenomenelor. În *Bhagavad Gita* se spune: „Toate acţiunile se desfăşoară în timp prin împletirea forţelor naturii."[5] Budha a preluat conceptul tradiţional de *karma* şi i-a dat valenţe noi extinzând ideea de intercorelare dinamică la sfera relaţiilor umane. *Karma* a ajuns astfel să semnifice pentru viaţa omului lanţul nesfârşit de cauze şi efecte pe care Budha l-a sfărâmat atingând starea de iluminare.

Hinduismul a găsit în limbajul mitic numeroase forme de exprimare a caracterului dinamic al Universului. Astfel, în

Gita, Krishna spune: „Aceste lumi ar pieri dacă eu nu mi-aș îndeplini fapta"[6], iar Shiva, Dansatorul cosmic, este, poate, personificarea perfectă a dinamicii universale. Prin dansul său Shiva susține diversitatea fenomenologică a lumii, unifică fenomenele înglobându-le pe toate în ritmul său și antrenându-le astfel în dansul cosmic – imagine magnifică a unității dinamice a Universului.

Hinduismul conturează imaginea unui cosmos organic, în perpetuă creștere și în mișcare ritmică, a unui Univers în care totul este fluid, în permanentă schimbare și în care toate formele statice sunt *maya*, adică nimic altceva decât concepte iluzorii. Această din urmă idee – perisabilitatea tuturor formelor – constituie punctul de plecare al filosofiei budiste. Budha arată că „toate lucrurile compuse sunt perisabile" și că suferința noastră se datorează încercării de a ne agăța de formele fixe – obiecte, oameni sau idei – în loc să acceptăm lumea așa cum este, în mișcare și transformare. Astfel, budismul își are rădăcinile într-o viziune dinamică. Iată ce spune S. Radhakrishnan:

> *Acum 2500 de ani Budha a formulat o minunată filosofie a dinamicului... Impresionat de caracterul tranzitoriu al lucrurilor, de continua lor transformare, Budha a formulat filosofia schimbării. El a redus substanța, sufletul, monadele, lucrurile la forțe, mișcări, secvențe și procese, adoptând o concepție dinamică asupra realității.*[7]

Budiștii denumesc această lume a nesfârșitelor schimbări *samsara*, ceea ce literal se traduce prin „mișcare fără sfârșit"; ei afirmă că nimic din lumea aceasta nu merită atașament. Așa încât, pentru budiști, iluminatul este acela care nu se împotrivește cursului vieții, ci i se supune. Întrebat „Ce este *Tao*?", călugărul *Ch'an* Yun-men a răspuns simplu „Mergi!". Tot astfel, budiștii îl mai numesc pe Budha și *Tathagata*, „cel care în același timp vine și pleacă". În filosofia chineză, realitatea dinamică și permanent schimbătoare este numită *Tao* și este privită ca un proces cosmic care implică totul. Ca și budiștii, taoiștii susțin că nimeni nu

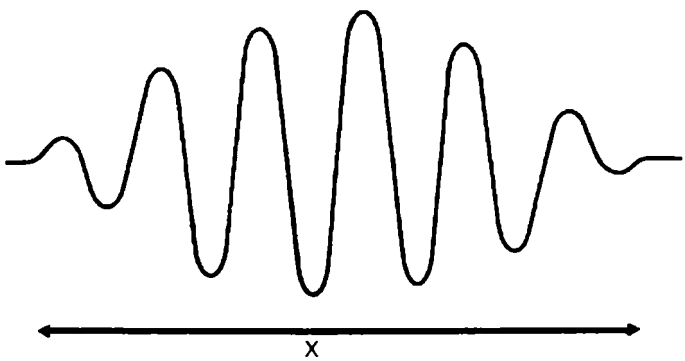
trebuie să încerce să reziste cursului lumii, ci să îşi adapteze acţiunile acestui curs. Aceasta este atitudinea înţeleptului, a iluminatului. Dacă Budha este „cel care în acelaşi timp vine şi pleacă", înţeleptul taoist este „cel care se lasă dus, după cum spune Huai Nan Tse, de curentul lui *Tao*".

Diagrama taoistă a Schimbării reprezentând curgerea şi transformarea inerente lumii fizice sec. al XI-lea (reprodusă după „Canonul Taoist" - *Tao Tsang*).

Cel care studiază textele religioase şi filosofice ale hinduismului, budismului şi taoismului, îşi dă seama că, pe măsură ce aprofundează studiul, imaginea unei lumi concepută în termenii mişcării, curgerii şi transformării devine din ce în ce mai pregnantă. Dinamicul pare sa fie unul din cele mai importante aspecte de filosofiei orientale. Adepţii săi văd Universul ca pe o reţea ale cărei conexiuni

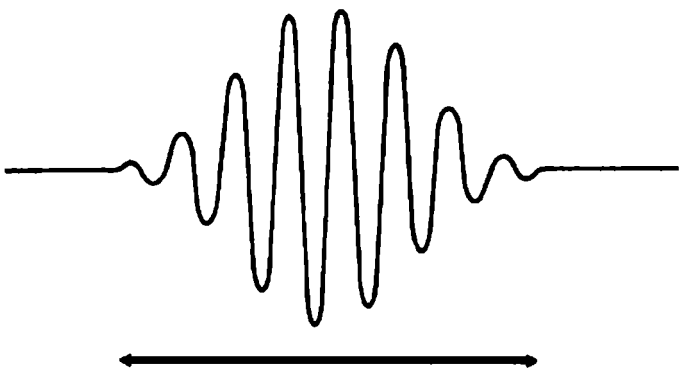
sunt dinamice, nu statice. Rețeaua cosmică este vie; ea se află în mişcare, dezvoltare şi în continuă schimbare. La rândul ei, fizica modernă a ajuns să conceapă Universul ca pe o rețea şi, ca şi mistica orientală, îi recunoaşte caracterul fundamental dinamic. Aspectul dinamic al materiei apare în teoria cuantică drept consecință a naturii ondulatorii a particulelor subatomice, iar în teoria relativității, cum vom vedea, este încă şi mai pregnant, căci unificarea spațiului şi a timpului implică imposibilitatea separării materiei de propria sa activitate. Proprietățile particulelor subatomice nu pot fi înțelese decât într-un context dinamic, în termeni de mişcare, interacție şi transformare.

Conform teoriei cuantice, particulele sunt în acelaşi timp şi unde, iar aceasta înseamnă că se comportă într-un mod foarte straniu. Ori de câte ori o particulă subatomică este constrânsă să rămână într-o zonă îngustă din spațiu, ea reacționează la această constrângere printr-o mişcare de rotație în interiorul regiunii respective. Cu cât va fi mai restrâns spațiul de confinare, cu atât particula se va roti mai rapid. Această comportare reprezintă un „efect cuantic" tipic, o caracteristică a lumii subatomice fără echivalent la nivel macroscopic. Pentru a înțelege cum se întâmplă acest lucru, să ne amintim că în teoria cuantică particulele sunt reprezentate prin pachete de undă.



Un pachet de undă.

După cum am arătat mai înainte, lungimea de undă a pachetului reprezintă incertitudinea de localizare a particulei. Figura următoare corespunde unei particule localizate undeva în interiorul regiunii X; dar nu putem stabili cu precizie unde anume. Dacă dorim să localizăm particula mai precis, adică dacă vrem să o constrângem să rămână într-o regiune mai îngustă trebuie să îi îngustăm pachetul de undă (vezi diagrama următoare). Însă aceasta va afecta lungimea de undă a pachetului de unde şi, în consecinţă, viteza particulei. Ca rezultat, particula se va roti în interiorul zonei de constrângere; cu cât este mai mult confinată, cu atât mai rapidă va fi rotaţia.



Confinarea pachetului de undă într-o regiune mai îngustă.

Tendinţa particulelor de a reacţiona la confinare prin mişcare dovedeşte mobilitatea materiei caracteristică domeniului subatomic. La acest nivel, cele mai multe dintre particule sunt incluse în structuri moleculare, atomice şi nucleare, deci nu se află în repaus, ci dovedesc o omniprezentă tendinţă de a se deplasa – au caracter intrinsec dinamic. Conform teoriei cuantice, materia nu este niciodată în stare de repaus, ci întotdeauna în stare de mişcare. Din punct de vedere macroscopic, obiectele materiale din jurul nostru ne

pot apărea ca pasive, inerte, dar mărind o asemenea bucată „moartă" de piatră sau metal, ne dăm seama că este plină de mişcare şi activitate. Cu cât o observăm mai îndeaproape, cu atât ne apare mai vie. Toate corpurile din mediul nostru înconjurător se compun din atomi cuplaţi într-o mare varietate de moduri pentru a genera o multitudine de structuri moleculare care nu sunt rigide, nemişcate, ci oscilează în funcţie de propria lor temperatură şi în conformitate cu vibraţiile termice ale mediului înconjurător. Electronii atomilor aflaţi în vibraţie sunt legaţi de nucleu prin forţe de natură electrică ce au rolul de a menţine structurile respective cât mai compacte posibil şi ei răspund constrângerii rotindu-se cu viteză extrem de mare. În fine, în nuclee, protonii şi neutronii sunt confinaţi într-un volum infim de forţele nucleare extrem de intense şi, în consecinţă, se rotesc în interior cu viteze inimaginabile.

Aşadar, fizica modernă nu concepe deloc materia ca fiind pasivă, inertă, ci într-o continuă mişcare de vibraţie, ritmurile ei fiind determinate de structurile moleculare, atomice şi nucleare. Este în acelaşi timp şi felul în care concep misticii orientali lumea materială. Toţi sunt de acord că Universul trebuie conceput dinamic, deoarece se află în mişcare şi oscilaţie; că natura nu se află într-un echilibru static, ci dinamic. Iată ce se spune într-un text taoist:

> *Liniştea în linişte nu este adevărata linişte. Numai atunci când este calm în mişcare se naşte ritmul spiritual care pătrunde Cerul şi Pământul.*[8]

În fizică, natura dinamică a Universului nu se vădeşte numai în domeniul microscopic – la nivelul atomilor şi nucleelor – ci şi în domeniul macroscopic – la nivelul stelelor şi galaxiilor. Telescoapele actuale foarte puternice ne oferă imaginea unui Univers în mişcare neîncetată. Nori de molecule de hidrogen aflate în rotaţie se contractă pentru a forma stele, încălzindu-se până ce devin flăcări pe cer. Chiar când ating acest stadiu ei continuă să se rotească, unii expulzând materie stelară care va descrie o mişcare în spirală şi se va condensa spre a forma planetele ce se vor

roti pe orbite în jurul stelei generatoare. În cele din urmă, după milioane de ani, când aproape tot combustibilul va fi fost consumat, steaua va exploda şi apoi se va contracta în cadrul procesului final de colaps gravitaţional. Colapsul poate implica explozii gigantice şi poate conduce la transformarea stelei într-o gaură neagră. Toate aceste activităţi – formarea stelelor din nori de gaz interstelar, contracţia urmată de expansiune şi colapsul final – pot fi observate undeva în spaţiul cosmic.

Stelele aflate în rotaţie, contracţie, expansiune sau explozie sunt dispuse în galaxii de forme variate – discoidale, sferice, spirale – care, la rândul lor, nu se află în repaus, ci în rotaţie. Galaxia noastră, Calea Lactee, are forma unui imens disc alcătuit din stele şi gaz şi care se roteşte în spaţiu ca o roată enormă, astfel încât toate stelele – inclusiv Soarele şi planetele sale – se rotesc în jurul centrului galaxiei. Universul este în întregime compus din galaxii presărate în tot spaţiul, toate aflate în mişcare de rotaţie ca şi galaxia noastră.

Studierea Universului ca întreg, cu milioanele sale de galaxii, înseamnă atingerea celei mai înalte trepte pe scala spaţiului şi a timpului; şi din nou constatăm că Universul nu este static, că el se află în expansiune! Aceasta reprezintă una din cele mai importante descoperiri din astronomia modernă. Analiza detaliată a luminii provenite de la galaxii îndepărtate a dovedit că întregul furnicar de galaxii se află în expansiune şi că această expansiune este minunat orchestrată; viteza de îndepărtare a oricărei galaxii observate este proporţională cu distanţa până la ea. Cu cât o galaxie se află mai departe de noi, cu atât mai repede se îndepărtează; odată cu dublarea distanţei se dublează şi viteza de îndepărtare. Aceasta observaţie este valabilă nu numai pentru distanţe măsurate de la galaxia noastră, ci pentru orice alt punct de referinţă. Indiferent în ce galaxie s-ar afla un observator, le-ar vedea pe celelalte depărtându-se de el; cele aflate în apropiere, cu viteze de mai multe mii de mile pe secundă, cele aflate mai departe, cu viteze mai mari, iar

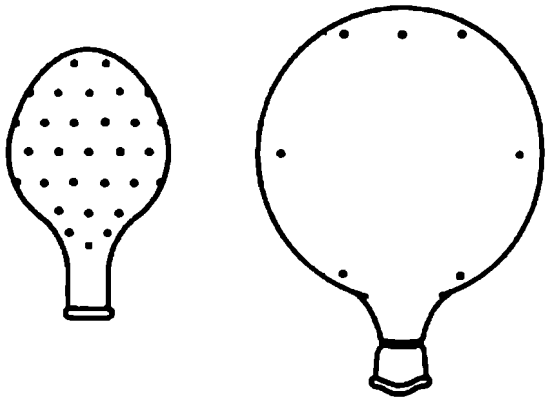
cele mai îndepărtate, cu viteze apropiate de viteza luminii. Lumina acelor galaxii nu va ajunge niciodată la noi, deoarece ele se îndepărtează de noi cu viteze care depăşesc viteza luminii. Lumina lor este, după cum spunea Sir Arthur Eddington, „ca un atlet alergând pe o pistă extensibilă, grăbindu-se spre o linie de sosire care se îndepărtează de el cu o viteză mai mare decât propria lui viteză."

Pentru a ne forma o idee mai corectă despre expansiunea Universului va trebui să ne amintim că teoria generală a relativităţii a lui Einstein constituie cadrul teoretic cel mai adecvat studiului domeniului celor mai mari dimensiuni. Conform acestei teorii, spaţiul nu este „plan", ci „curbat", iar gradul de curbură este legat de distribuţia de masă prin ecuaţiile de câmp ale lui Einstein. Aceste ecuaţii pot furniza structura Universului ca întreg; ele reprezintă punctul de plecare al cosmologiei moderne.

Când vorbim despre expansiunea Universului în termenii teoriei generale a relativităţii ne referim la o expansiune într-un spaţiu cu mai multe dimensiuni. Ca şi în cazul spaţiu-timpului curb, un asemenea concept poate fi imaginat numai printr-o analogie cu spaţiul bidimensional. Să ne imaginăm un balon care are desenate pe suprafaţa sa o mulţime de puncte (vezi figura următoare). Balonul reprezintă Universul, suprafaţa sa bidimensională curbă reprezintă spaţiul tridimensional curb, iar punctele – galaxiile din spaţiu. Când balonul se umflă, distanţa dintre punctele de pe suprafaţa sa creşte. Indiferent în care punct s-ar situa un observator, pe măsură ce balonul se umflă, ar vedea cum celelalte puncte se îndepărtează de el. În acelaşi mod se petrece expansiunea Universului; în orice galaxie s-ar plasa observatorul, toate celelalte s-ar depărta de el.

Întrebarea inevitabilă este: cum a început totul? Pe baza relaţiei dintre distanţa până la o galaxie şi viteza sa de deplasare – relaţie cunoscută sub numele de legea Hubble – se poate calcula punctul de început al expansiunii, cu alte cuvinte vârsta Universului. Presupunând că viteza de expansiune nu variază, fapt deloc cert, se ajunge la o vârstă

de ordinul a 10 000 milioane de ani. Aceasta ar fi, deci, vârsta Universului.



Cei mai mulţi cosmologi cred că Universul a apărut acum 10 000 de milioane de ani în urma unui eveniment dramatic, când întreaga sa masă a fost expulzată prin explozia unei mingi de foc primordiale. Actuala expansiune a Universului este considerată a fi impulsul remanent al exploziei iniţiale. Conform modelului „big-bang", momentul exploziei a marcat începutul Universului şi începutul spaţiului şi timpului. Dar dacă vrem să ştim ce s-a petrecut înaintea acelui moment ne confruntăm – iarăşi – cu dificultăţi conceptuale şi lingvistice serioase. Aşa cum spune Sir Bernard Lovell,

> *Aici ne lovim de marea barieră conceptuală, căci începem lupta cu noţiunile de spaţiu şi timp din perioada în care ele nu existau aşa cum le cunoaştem din experienţa noastră zilnică. Este ca şi când ne-am fi năpustit într-un imens bloc de ceaţă în care lumea ce ne este familiară ar fi dispărut cu totul.*[9]

În ceea ce priveşte viitorul Universului în expansiune, ecuaţiile Einstein nu au soluţii unice. Ele admit soluţii diferite

corespunzătoare diferitelor modele de Univers. Unele dintre acestea prevăd că expansiunea va continua la nesfârşit; altele susţin, dimpotrivă, că expansiunea încetineşte şi se va transforma în contracţie. Aceste din urmă modele descriu un Univers pulsatoriu aflat timp de miliarde de ani în expansiune şi apoi contractându-se până ce întreaga sa masă se va concentra într-o mică minge de materie, intrând apoi din nou în expansiune şi tot aşa, la infinit.

Ideea Universului pulsatoriu, care implică o scară de timp şi spaţiu de mari proporţii, nu a apărut numai în cosmologie, ci şi în mitologia indiană. Experienţa Universului ca realitate organică, în mişcare ritmică, le-a permis hinduiştilor să conceapă cosmologii evoluţioniste foarte apropiate de modelele ştiinţifice moderne. Unul din aceste modele cosmologice are la bază mitul hinduist *lila* – jocul divin – conform căruia *Brahman* se transformă şi generează astfel lumea. *Lila* este jocul ritmic care continuă în cicluri nesfârşite şi prin care Unicul devine multiplu, iar multiplul devine Unic. În *Bhagavad Gita*, Krishna descrie jocul ritmic al creaţiei astfel:

> *Toate fiinţele, o, fiu al lui Kunti, se întorc în Natura mea, la sfârşit de kalpa; la început de kalpa le creez din nou.*
>
> *Sprijinindu-mă pe propria mea Natură, creez mereu din nou această mulţime a fiinţelor, de nevoie, prin forţa Naturii.*
>
> *Şi această faptă nu mă leagă, o, Dhananjaya; eu rămân ca un străin, nelegat de aceste fapte.*
>
> *Prin mine şi prin grija mea, Natura făureşte tot ce se mişcă şi nu se mişcă; prin această cauză, o, fiu al lui Kunti, lumea este pusă în mişcare.*[10]

Înţelepţii hinduişti nu s-au temut să identifice jocul ritmic divin cu însăşi evoluţia Cosmosului ca întreg. Ei au descris un Univers aflat în expansiuni şi contracţii periodice, iar inimaginabilului interval de timp dintre începutul şi sfârşitul creaţiei i-au dat numele *kalpa*. În perspectivă filosofică, acest mit este uluitor; i-au trebuit mentalului uman mai mult de două mii de ani pentru a reveni la un concept similar.

Să părăsim acum lumea imensității, a Universului în expansiune și să ne întoarcem la lumea infinitului mic. Fizicii secolului al XX-lea îi este caracteristică penetrarea tot mai profundă în zona submicroscopică, la nivelul atomilor, nucleelor și al constituenților acestora. Explorarea lumii microscopice a urmărit să dea un răspuns întrebării care a preocupat și stimulat gândirea de-a lungul timpului: din ce este compusă materia? Chiar din perioada de început a filosofiei naturale oamenii au făcut speculații referitoare la această problemă, încercând să găsească „substanța de bază" din care se compune materia; dar abia în secolul nostru a fost posibil să se abordeze această problemă pe calea investigației experimentale. Cu ajutorul unei tehnologii sofisticate fizicienii au putut explora mai întâi structura atomului și au aflat că acesta se compune din nucleu și electroni, și apoi structura nucleului atomic, aflând că acesta din urmă este alcătuit din protoni și neutroni numiți cu un termen generic, nucleoni. În ultimele decenii s-a mai făcut încă un pas și s-a început investigarea structurii nucleonilor – constituenții nucleului atomic – care, la rândul lor, nu par a fi particule strict elementare, ci dimpotrivă, par a fi compuse din alte entități.

Primul pas pe calea cercetării unor zone din ce în ce mai ascunse – explorarea nucleului atomic – a condus la modificări profunde ale concepției noastre despre materie, modificări prezentate în capitolele anterioare. Al doilea pas l-a reprezentat explorarea nucleului atomic și a componenților săi și a condus la o altă revizuire conceptuală, nu mai puțin importantă. La acest nivel sunt implicate dimensiuni de sute de mii de ori mai mici decât dimensiunile atomice și, în consecință, particulele confinate într-un asemenea grad se deplasează cu viteze considerabil superioare acelora confinate la dimensiuni atomice. De fapt, se deplasează atât de rapid încât nu pot fi descrise decât în formalismul teoriei relativității restrânse. Pentru a înțelege proprietățile și interacțiile particulelor subatomice este necesar să se apeleze la un formalism care reunește teoria cuantică și teoria relativității, iar teoria relativității ne forțează sa ne modificăm încă o dată concepția.

Aspectul filosofic cel mai important al teoriei relativităţii constă, după cum am mai arătat, în aceea că ea unifică timpul şi spaţiul, concepte ce păreau complet independente unul de celălalt. Unul din cele mai importante exemple se referă la echivalenţa energie-masă, exprimată matematic prin faimoasa ecuaţie a lui Einstein $E = mc^2$. Pentru a înţelege semnificaţia profundă a acestei echivalenţe este necesar să înţelegem semnificaţia energiei şi pe aceea a masei.

Energia reprezintă una din cele mai importante noţiuni utilizate în descrierea fenomenelor naturii. De altfel şi în viaţa cotidiană se spune despre un corp că posedă energie atunci când are capacitatea de a efectua lucru mecanic. Energia poate lua o gamă întreagă de forme. Poate fi energie de mişcare, căldură, energie gravitaţională, electrică, chimică ş.a.m.d. Orice formă ar avea, ea poate fi utilizată pentru a efectua lucru mecanic. Unei pietre, de exemplu, i se poate transfera energie gravitaţională ridicând-o la o anumita înălţime. În cădere de la acea înălţime, energia ei se va transforma în energie de mişcare („energie cinetică"), iar în momentul în care piatra atinge pământul poate efectua lucru mecanic spărgând ceva. Un exemplu mult mai util se referă la transformarea energiei electrice sau chimice în căldura utilizată în scopuri casnice. În fizică, energia este asociată întotdeauna unui proces sau unei activităţi, iar importanţa sa fundamentală rezidă în faptul că energia totală implicată în orice proces se conservă. Îşi poate schimba forma în fel şi chip, dar nu se pierde. Conservarea energiei este una din legile fundamentale ale fizicii. Ea guvernează toate fenomenele naturii şi până acum nu se cunoaşte nici unul care să o încalce.

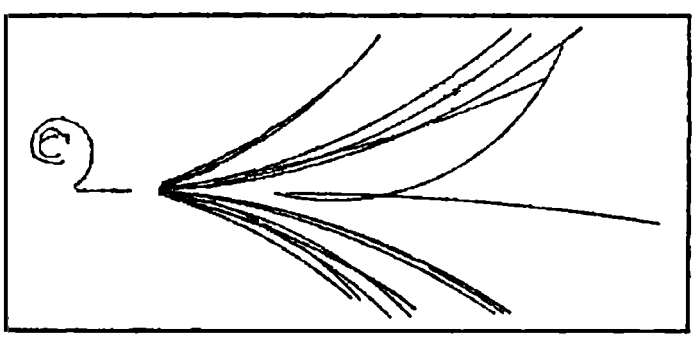
Pe de altă parte, masa unui corp este o măsură a greutăţii sale, adică a atracţiei gravitaţionale exercitate asupra corpului. Pe lângă aceasta, masa este şi o măsură a inerţiei unui obiect, adică a rezistenţei pe care acesta o opune accelerării. Corpurile grele sunt accelerate mai greu decât cele uşoare, fapt binecunoscut de oricine a încercat vreodată să împingă o maşină. În cadrul fizicii clasice masa

era asociată cu o substanță materială – acea esență din care se credea că sunt făcute toate corpurile. Se credea că şi masa, ca şi energia, se conservă riguros astfel încât în nici un proces n-ar exista pierdere de masa.

Acum însă, teoria relativității ne arată că masa nu este nimic altceva decât o formă de energie. Energia nu ia numai formele cunoscute în fizica clasică, ci poate fi şi condensată sub forma masei unui obiect. Energia unei particule este egală cu masa particulei înmulțită cu c^2, pătratul vitezei luminii; deci,

$$E = mc^2.$$

Odată ce reprezintă o formă de energie, masa nu mai este indestructibilă, ci se poate transforma în alte forme de energie. Aceasta se poate întâmpla când se ciocnesc două particule subatomice. În asemenea procese, particulele se pot distruge iar energia conținută în masa lor se poate transforma în energie cinetică şi poate fi distribuită celorlalte particule ce participă la proces. Invers, când se ciocnesc particule cu viteze foarte mari, din energia lor cinetică se poate forma masa ce se va distribui unor particule nou create. Fotografia de mai jos ilustrează un exemplu de asemenea ciocnire: un proton intră în camera cu bule prin partea stângă; scoate un electron dintr-un atom (urma în formă de spirală) şi apoi se ciocneşte cu un alt proton pentru a crea noi particule.



Crearea şi distrugerea particulelor materiale reprezintă cele mai spectaculoase consecinţe ale echivalenţei masă-energie. În procesele de ciocnire din fizica energiilor înalte masa nu se mai conservă. Particulele care se ciocnesc se pot distruge, iar energia lor se poate transforma parţial în masele, respectiv în energiile cinetice ale noilor particule create. Numai energia totală, adică energia cinetică totală plus energia conţinută în toate masele se conservă. Ciocnirile constituie principalul nostru instrument de investigare a proprietăţilor particulelor subatomice, iar relaţia dintre masă şi energie este esenţială pentru descrierea lor. A fost verificată de nenumărate ori şi fizicienilor le-a devenit familiară; atât de familiară încât au ajuns să exprime masa particulelor în unităţi de energie.

Descoperirea faptului că masa nu este decât o formă de energiei ne-a obligat să modificăm drastic conceptul de particulă. În fizica modernă masa nu mai este asociată cu o substanţă materială şi de aceea particulele nu mai sunt concepute ca fiind formate dintr-o substanţă, ci ca nişte conglomerate de energie. Şi cum energia este asociată cu activitatea, se poate concluziona că particulele sunt de natură intrinsec dinamică. Pentru o mai bună înţelegere, să ne amintim că aceste particule nu pot fi concepute decât în termeni relativişti, adică în termenii unei teorii conform căreia spaţiul şi timpul fuzionează într-un continuum cvadridimensional. Particulele nu trebuie descrise ca nişte bile de biliard sau grăunţe de nisip, ci ca entităţi cvadridimensionale în spaţiu-timp. Formele lor trebuie concepute dinamic, ca forme în spaţiu şi timp. Particulele subatomice sunt entităţi dinamice care prezintă aspect spaţial şi aspect temporal. Aspectul spaţial le face să apară ca obiecte cu masă, aspectul temporal, ca procese ce implică energia echivalentă.

Aceste entităţi dinamice, sau „conglomerate de energie", formează structuri nucleare, atomice şi moleculare stabile, din care se constituie materia, şi îi dau aspectul macroscopic solid, făcându-ne să credem că ar fi vorba despre vreo substanţă materială. La nivel macroscopic noţiunea de substanţă este o aproximaţie utilă, dar la nivel

atomic nu mai are sens. Atomii sunt compuşi din particule, dar aceste particule nu sunt constituite din vreo substanţă. Observându-le, constatăm că nu este vorba de substanţă; există numai entităţi dinamice care se transformă unele în altele fără încetare – un dans continuu al energiei.

Teoria cuantică a arătat că particulele nu sunt grăunţe izolate de materie, ci structuri de probabilitate, interconexiuni într-o reţea cosmică indivizibilă. Teoria relativităţii a făcut aceste structuri să trăiască – ca să ne exprimăm plastic – relevând caracterul lor intrinsec dinamic. A dovedit că activitatea reprezintă principiul fundamental al existenţei. Particulele subatomice nu sunt active doar în sensul că se deplasează cu viteze foarte mari; ele însele sunt procese! Existenţa materiei nu poate fi separată de activitate. Acestea două nu sunt decât aspecte diferite ale aceleiaşi realităţi spaţio-temporale.

S-a arătat în capitolele anterioare cum conştiinţa „întrepătrunderii" spaţiului şi timpului i-a determinat pe filosofii mistici din Orient să adopte o concepţie dinamică despre lume. Studiul scrierilor lor relevă nu numai faptul că ei concep lumea în termenii mişcării, curgerii şi transformării, ci şi faptul că au o puternică intuiţie a caracterului „spaţio-temporal" al materiei, atât de caracteristic fizicii relativiste. Fizicienii iau în considerare unitatea spaţiu-timp atunci când studiază domeniul subatomic şi, în consecinţă, ei văd această lume – a particulelor – nu static, ci dinamic, în termeni de energie, activitate şi proces. Misticii orientali, în stările lor speciale ale conştiinţei, par a percepe la nivel macroscopic interpenetrarea spaţiu-timp şi privesc macroscopicul într-un mod similar aceluia în care fizicienii privesc microscopicul. Acest aspect este evident în special în budism. Una din învăţăturile lui Budha spune că „toate lucrurile compuse sunt trecătoare". În versiunea originală Pali, termenul folosit pentru „lucruri" este *sankhara* (în sanscrită: *samskara*), cuvânt care semnifică mai înainte de toate „eveniment", „întâmplare" – ca şi „faptă", „act" – şi numai în secundar şi „lucru". Aceasta demonstrează clar că budiştii concep dinamic lucrurile, că le văd ca pe nişte

procese de transformare continuă. În cuvintele lui D. T. Suzuki,

> *Budiştii nu concep obiectele şi evenimentele ca pe lucruri sau substanţe... în viziunea lor acestea sunt* samskara (*sau* sankhara)*, adică „fapte" sau „evenimente" – ceea ce arată că budiştii înţeleg experienţa noastră în termeni de mişcare şi temporalitate.*[12]

Ca şi fizicienii moderni, budiştii văd toate obiectele ca pe nişte procese într-un flux universal şi neagă existenţa oricărei substanţe materiale. Această negare reprezintă unul din aspectele caracteristice tuturor şcolilor budiste. Este specific, de asemenea, gândirii chineze, care a dezvoltat o viziune asemănătoare a lucrurilor ca etape tranzitorii în neîntrerupta curgere a lui *Tao* şi a fost preocupată mai mult de intercorelările dintre ele decât de reducerea la un substrat fundamental. „În timp ce filosofia europeană se străduia să găsească realitatea în substanţă", scria Joseph Needham, „filosofia chineză năzuia s-o afle în relaţionare".[13]

Aşadar, în cadrul concepţiilor dinamice ale misticilor orientali şi ale fizicienilor contemporani nu este loc pentru forme statice şi nici pentru substanţă. Elementele de bază ale Universului sunt structurile dinamice – stadii trecătoare în „curgerea continuă a transformării şi schimbării", după cum o numeşte Chuang Tse.

În conformitate cu ceea ce cunoaştem azi despre materie, componentele sale fundamentale sunt particulele subatomice, iar scopul principal al cercetării în fizică îl constituie cunoaşterea proprietăţilor şi interacţiilor acestora. Astăzi cunoaştem peste două sute de particule, cele mai multe dintre ele create artificial în cadrul proceselor de ciocnire şi având un timp de viaţă extrem de scurt – mult mai puţin de o milionime de secundă! Neîndoielnic că particulele cu viaţă atât de scurtă reprezintă stadii tranzitorii ale proceselor dinamice. Principalele întrebări care se pun în legătură cu aceste structuri sau particule sunt următoarele. Prin ce caracteristici se disting? Sunt, la rândul lor, compuse şi dacă da, din ce anume, sau – mai bine spus – ce alte

entități includ? Cum interacționează unele cu altele, ce forțe se stabilesc între ele? Şi, în sfârşit, dacă ele însele sunt procese, atunci despre ce fel de procese este vorba ?

Ne-am convins că în fizica particulelor toate aceste întrebări sunt legate. Datorită naturii relativiste a particulelor subatomice, nu putem înțelege proprietățile lor fără să înțelegem interacțiile dintre ele şi datorită intercorelării lumii atomice nu vom putea cunoaşte o particulă fără să le cunoaştem pe toate celelalte. Următoarele capitole vor arăta cât de departe am ajuns în cunoaşterea proprietăților şi interacțiilor particulelor. Deşi ne lipseşte o teorie cuantic-relativistă completă, au fost concepute mai multe modele şi teorii parțiale care descriu cu succes anumite aspecte ale domeniului subatomic. Trecerea în revistă a celor mai importante dintre ele va demonstra că au un substrat filosofic care concordă surprinzător cu acela al doctrinelor mistice din Orient.

14 vid şi formă

Concepţia clasică, mecanicistă despre lume se baza pe noţiunea de particulă solidă, indestructibilă, care se deplasează în vid. Fizica modernă a revizuit radical această imagine. S-a ajuns nu numai la o noţiune complet nouă de „particulă", dar şi la o transformare profundă a conceptului clasic de vid. Transformarea s-a produs în cadrul teoriei câmpului. A început cu ideea lui Einstein de a corela câmpul gravitaţional cu geometria spaţiului şi s-a accentuat odată cu contopirea teoriei cuantice şi a teoriei relativităţii într-o teorie care descrie câmpul de forţe de interacţie al particulelor subatomice. În cadrul „teoriei cuantice a câmpului" distincţia dintre particule şi spaţiul din jurul lor îşi pierde claritatea originară şi vidul devine o mărime dinamică de importanţă cu totul deosebită.

Noţiunea de câmp a fost introdusă în secolul al XIX-lea de Faraday şi Maxwell în descrierea forţelor de interacţie dintre sarcinile electrice şi curenţii electrici. Câmpul electric reprezintă o stare de existenţă a materiei în spaţiul din jurul unui corp încărcat cu sarcină electrică, ce generează o forţă care se exercită asupra oricărui alt corp încărcat din spaţiu. Câmpul magnetic este produs de sarcinile electrice în mişcare, adică de curenţii electrici, iar forţa magnetică, prin intermediul căreia se manifestă câmpul, acţionează asupra altor sarcini în mişcare. În electrodinamica clasică, teorie elaborată de Faraday şi Maxwell, câmpul reprezintă entităţile fizice elementare ce pot fi studiate fără referire la corpurile materiale. Câmpurile electrice şi magnetice oscilează şi traversează

spațiul sub forma undelor radio, a razelor de lumină şi a altor tipuri de radiație electromagnetică.

Teoria relativității a conferit electrodinamicii o şi mai mare eleganță, realizând unificarea conceptelor de sarcini şi curenți, câmp electric şi câmp magnetic. Cum orice mişcare are caracter relativ, o sarcină electrică se poate manifesta şi ca un curent – în raport cu un sistem de referință care se află în mişcare față de observator – şi, în consecință, câmpul său electric se poate manifesta ca un câmp magnetic. În cadrul formulării relativiste a electrodinamicii cele două câmpuri sunt contopite într-unul singur, câmpul electromagnetic.

Conceptul de câmp nu a fost asociat numai forței electromagnetice, ci şi celeilalte forțe, de importanță majoră la scară macroscopică, forța gravitațională. Câmpul gravitațional acționează asupra tuturor corpurilor dotate cu masă şi este generat de forțele rezultate, fiind întotdeauna forțe de atracție, spre deosebire de câmpul electromagnetic ale cărui forțe acționează numai asupra corpurilor încărcate electric şi pot fi atât de atracție cât şi de respingere. Teoria generală a relativității este teoria de câmp care descrie în mod adecvat câmpul gravitațional; în cadrul acestei teorii influența unui corp dotat cu masă asupra spațiului care-l înconjoară are mai multe implicații decât are în electrodinamică influența exercitată de un corp încărcat. Şi în acest caz spațiul capătă o asemenea „stare" încât oricare alt corp va resimți o forță, dar de această dată va fi afectată şi geometria şi, odată cu ea, structura însăşi a spațiului.

Materia şi vidul – plinul şi golul – sunt cele două concepte fundamentale distincte pe care se bazează atomismul lui Democrit şi Newton. În teoria generală a relativității acestea două nu mai pot fi separate. Oriunde există un corp cu masă există şi câmp gravitațional şi acest câmp se va manifesta curbând spațiul din jurul corpului. Nu trebuie să credem, în nici un caz că, de fapt, câmpul umple spațiul şi îl „curbează". Nu există distincție între acestea două; câmpul *este* spațiul curb! În relativitatea generală câmpul şi structura, sau geometria şi spațiul sunt unul şi acelaşi lucru. În ecuațiile de câmp ale lui Einstein ele sunt reprezentate de aceeaşi mărime matematică. Aşadar, conform teoriei lui Einstein, materia nu poate fi separată de câmp, sau gravitație, iar

câmpul gravitațional nu poate fi separat de spațiul curb. Materia şi spațiul sunt concepute ca părți inseparabile ale unui întreg unic.

Pe de o parte, corpurile determină structura spațiului, dar, pe de altă parte, sunt la rândul lor influențate de acest spațiu. Fizicianul şi filosoful Ernst Mach arată că inerția unui corp – rezistența pe care acesta o opune la accelerare – nu reprezintă o proprietate intrinsecă a materiei, ci o măsură a interacției corpului cu restul Universului. Când un corp se roteşte, inerția produce forța centrifugă (utilizată, de exemplu, de storcătoarele maşinilor de spălat pentru a separa apa din rufele ude), dar aceasta apare, după cum a arătat Mach numai datorită rotației corpului „în raport cu stelele fixe". Dacă la un moment dat stelele ar dispărea, inerția şi forța centrifugă ale corpului rotitor ar dispărea şi ele odată cu stelele.

Această concepție despre inerție, cunoscută sub numele de principiul lui Mach, l-a influențat puternic pe Albert Einstein şi a motivat elaborarea teoriei generale a relativității. Datorită complexității matematice considerabile a teoriei lui Einstein, fizicienii nu au stabilit încă dacă ea include sau nu principiul lui Mach. Cei mai mulți consideră însă că el ar trebui inclus într-un fel sau altul într-o teorie completă a gravitației.

Şi iată că fizica modernă demonstrează din nou – de data aceasta la nivel macroscopic – că obiectele nu sunt entități distincte, ci sunt legate inseparabil de spațiu; că proprietățile lor nu pot fi înțelese decât în termenii interacției cu tot restul Universului. Conform principiului lui Mach, această interacție implică întregul Univers, până la cele mai îndepărtate stele şi galaxii. Unitatea Cosmosului nu se manifestă numai în domeniul microscopic, ci şi în cel macroscopic; un fapt care devine din ce în ce mai pregnant în astrofizica şi cosmologia modernă. Aşa cum arăta astronomul Fred Hoyle,

> *Cercetările actuale în cosmologie sugerează pregnant faptul că în absența regiunilor îndepărtate ale Universului, condițiile existenței noastre zilnice n-ar mai fi aceleaşi şi toate ideile noastre despre spațiu şi geometrie s-ar dovedi greşite, dacă Universului i-ar lipsi o parte. Expe-*

rienţa noastră zilnică, până în cele mai mici detalii, pare atât de strâns legată de aspectele macroscopice ale Universului, încât este imposibil ca acestea să fie privite separat.[1]

Unitatea şi intercorelarea dintre un corp material şi spaţiu, care se manifestă la scară macroscopică în teoria generală a relativităţii, apare şi mai pregnant la nivel subatomic. Aici, ideile teoriei clasice a câmpului se combină cu cele ale teoriei cuantice pentru a descrie interacţiile care au loc între particulele subatomice. Nu s-a putut realiza această combinare şi pentru interacţia gravitaţională datorită formalismului matematic foarte complicat al teoriei gravitaţiei; dar cealaltă teorie clasică a câmpului, electrodinamica, a fost combinată cu teoria cuantică rezultând o teorie numită „electrodinamică cuantică" ce descrie toate interacţiile electromagnetice dintre particulele subatomice. Această teorie include atât teoria cuantică, cât şi pe cea relativistă. A fost primul model „cuantic-relativist" din fizica modernă şi continuă să aibă cel mai mare succes.

Aspectul care deosebeşte electrodinamica cuantică de alte teorii se datorează combinării celor două concepte: acela de câmp electromagnetic şi acela de foton ca manifestare corpusculară a undei electromagnetice. Cum fotonii sunt în acelaşi timp şi unde electromagnetice, şi cum undele nu sunt altceva decât câmpuri în oscilaţie, fotonii trebuie să reprezinte o formă de manifestare a câmpului electromagnetic. De aici conceptul de „câmp cuantic", adică de câmp care poate lua forma cuantelor, sau particulelor. Iată un concept cu totul nou, extins pentru a descrie toate particulele subatomice şi interacţiile lor, fiecare tip de particulă corespunzând unui alt câmp. În cadrul acestor „teorii cuantice de câmp", contrastul clasic dintre particulele solide şi spaţiul din jurul lor este total depăşit. Câmpul cuantic este considerat entitate fizică fundamentală, mediu continuu, prezent peste tot în spaţiu. Particulele reprezintă condensări locale de câmp; concentrări de energie care vin şi se duc, pierzându-şi astfel caracterul individual şi dizolvându-se în câmpul suport. După cum spune Albert Einstein,

De aceea, putem considera că materia este constituită din regiuni ale spaţiului în care

câmpul este foarte intens în noua fizică nu este loc şi pentru câmp şi pentru materie, căci câmpul este unica realitate.[2]

Concepţia conform căreia corpurile fizice şi fenomenele sunt manifestări tranzitorii ale unei entităţi fundamentale subiacente nu stă numai la baza teoriei cuantice a câmpului, ci şi la baza viziunii orientale. Ca şi Einstein, filosofii mistici din Orient consideră această entitate subiacentă drept unica realitate: toate manifestările fenomenologice sunt trecătoare şi iluzorii. Realitatea misticului oriental nu poate fi identificată cu câmpul cuantic al fizicianului căci ea este văzută ca esenţă a *tuturor* fenomenelor şi, în consecinţă, este dincolo de concepte şi reprezentări. Pe de altă parte, câmpul cuantic este un concept bine definit care răspunde de anumite fenomene fizice. Cu toate acestea, intuiţia pe care se bazează interpretarea dată de fizician lumii subatomice, în termenii câmpului cuantic, este foarte apropiată de aceea a filosofului mistic care interpretează experienţa sa în termenii realităţii ultime. Ca o consecinţă a apariţiei conceptului de câmp, fizicienii au încercat să unifice toate tipurile de câmpuri într-un câmp unic fundamental care să includă şi să explice toate fenomenele fizice. Einstein, mai cu seamă, şi-a petrecut ultimii ani ai vieţii căutând câmpul unificat. Poate că *Brahman* al hinduiştilor, ca şi *Dharmakaya* al budiştilor şi *Tao* al taoiştilor ar putea fi privite ca acel câmp unic care generează nu numai fenomenele fizice, dar şi toate celelalte tipuri de fenomene.

În concepţia orientală, realitatea ultimă aflată la baza tuturor fenomenelor transcende formele şi sfidează descrierea şi specificul. De aceea, se spune despre ea adeseori că este lipsită de formă, că este goală sau vidă. Dar gol nu înseamnă nimic. Dimpotrivă, este esenţa tuturor formelor şi sursa vieţii. Astfel, spun *Upanishadele,*

> Brahman *este suflul.* Brahman *este bucuria.* Brahman *este golul*
> *De bună seamă, bucuria este ceea ce este şi golul.*
> *De bună seama, golul este ceea ce este şi bucuria.*[3]

Budiştii exprimă aceeaşi idee atunci când vorbesc despre realitatea ultimă numind-o *Sunyata* – „Gol" sau „Vid" – şi afirmă că ea este Vidul viu care naşte toate formele

lumii fenomenelor. Taoiştii îi atribuie lui Tao o creativitate infinită similară şi îl numesc şi ei, gol. „*Tao* al Cerului este gol şi fără formă" spune Chuang Tse, iar Lao Tse îi ilustrează metaforic lipsa de conţinut material. El compară adesea *Tao* cu o vale, sau cu un vas întotdeauna gol care are, de aceea, capacitatea de a conţine o infinitate de lucruri.

În ciuda faptului că folosesc termeni ca gol şi vid, înţelepţii din Orient arată clar că, atunci când vorbesc despre *Brahman*, *Sunyata* sau *Tao,* nu se referă la ceea ce numim în limbaj comun gol, ci, dimpotrivă, la Vidul care posedă un potenţial creator infinit. Astfel, Vidul misticului oriental trimite la câmpul cuantic din fizica subatomică. Ca şi câmpul cuantic, el generează o varietate infinită de forme pe care le susţine şi, în cele din urmă, le reabsoarbe. După cum se spune în *Upanishade*,

În pace, fiecare îl va diviniza
Ca pe cel din care se trage,
Ca pe cel în care se va topi,
Ca pe cel în care respiră.[5]

Manifestările fenomenologice ale Vidului mistic nu sunt, aşa cum nu sunt nici particulele subatomice, statice şi permanente, ci dinamice şi trecătoare, născându-se şi dispărând într-un dans neîncetat al energiei. Ca şi lumea subatomică a fizicienilor, lumea fenomenologică a filosofului mistic din Orient este *samsara* – o lume a naşterii şi a morţii continue. Fiind manifestări tranzitorii ale Vidului, lucrurile acestei lumi nu au identitate fundamentală. Această idee este accentuată mai ales în filosofia budistă care neagă existenţa materiei şi afirmă că ideea de „eu" care cunoaşte experienţe succesive este o iluzie. Budiştii compară adesea iluzia materiei şi a eu-lui cu fenomenul valurilor pe apă, în care mişcarea sus-jos ne face să credem că o „particulă" de apă se deplasează pe suprafaţa acesteia. Interesant este faptul că fizicienii au apelat la aceeaşi analogie în contextul teoriei câmpului pentru a sublinia faptul că o particulă în mişcare creează iluzia substanţei. Astfel, Hermann Weyl scria:

Conform teoriei câmpului, o particulă materială cum ar fi electronul este o mică regiune a câmpului electric în care intensitatea câmpului

atinge valori enorme, indicând faptul că o cantitate mare de energie este concentrată într-un spațiu foarte restrâns. Un asemenea nod de energie, care nu este delimitat clar de restul câmpului, se propagă prin spațiul vid așa cum un val traversează suprafața unui lac; nu există substanță din care să se constituie electronul.[6]

În filosofia chineză, ideea de câmp este prezentă implicit în noțiunea de *Tao* cel vid și fără formă, și care totuși produce toate formele, dar și explicit în conceptul de *ch'i*. Acest termen a jucat un rol important în aproape toate școlile filosofice chineze și mai ales în cea neo-confucianistă, școala care a încercat o sinteză între confucianism, budism și taoism. Cuvântul *ch'i* înseamnă „gaz" sau „eter" și în China antică desemna suflul vital sau energia care animă cosmosul. „Cărările lui *ch'i*" în corpul uman constituie obiectul medicinei tradiționale chineze. Scopul acupuncturii este acela de a stimula curgerea lui *ch'i* prin aceste canale. Tot curgerea neperturbată a lui *ch'i* este urmărită și prin mișcările din *T'ai Chi Ch'uan*, dansul taoist al războinicului.

Neo-confucianismul a dezvoltat o noțiune de *ch'i* uimitor de asemănătoare aceleia de câmp cuantic din fizica modernă. Ca și câmpul cuantic, *ch'i* este conceput ca o formă subtilă și non-perceptibilă a materiei, prezentă peste tot în spațiu și care se poate condensa pentru a forma corpuri. În expresia lui Chang Tsai:

Când chî se condensează, el devine vizibil, așa încât apar formele. Când se dispersează nu mai este vizibil și formele dispar. Și în momentul condensării sale ar putea cineva să spună că această stare este altfel decât temporară? Iar în momentul dispersării s-ar putea cineva grăbi să afirme că nu mai există?[7]

Astfel, *ch'i* se condensează și se dispersează ritmic, generând forme care apoi se vor topi în Vid. Și iarăși spune Chang Tsai,

Marele Vid nu este altceva decât chî; chî nu poate decât să se condenseze pentru a naște

lucrurile; iar aceste lucruri nu pot decât să se disperseze pentru a forma încă o dată Marele Vid.[8]

Ca şi în teoria cuantică a câmpului, câmpul – sau *ch'i* – nu reprezintă doar principiul fundamental, ci răspunde de interacţiile dintre particule, interacţii care au loc sub forma undelor. Următoarele fragmente, în care Walter Thirring descrie conceptul de câmp în fizica modernă, iar Joseph Needham concepţia chineză despre lumea fizică, evidenţiază puternice similitudini.

Fizica teoretică modernă... plasează meditaţia asupra esenţei lumii materiale într-un context nou. Ea deplasează atenţia dinspre domeniul vizibil – al particulelor – spre acela al entităţii fundamentale, câmpul. Existenţa materiei este doar o perturbaţie a stării perfecte a câmpului într-un anumit punct; un accident sau, ar spune unii, o „pată" Iată, deci, nu există legi simple care să descrie forţele care se exercită între particule ... Ordinea şi simetria trebuie căutate la nivelul câmpului.[9]

Universul fizic în gândirea chineză antică şi medievală era un întreg continuu. Ch'i condensat în forme palpabile nu prezenta particularităţi într-un sens anume, dar obiectele individuale interacţionau cu toate celelalte obiecte din lume... vibraţiile lor ondulatorii depinzând în ultimă instanţă de alternanţa ritmică, manifestă la toate nivelurile, a celor două forţe fundamentale, yin *şi* yang. *Obiectele aveau, deci, propriile lor ritmuri. Iar acestea se integrau... armoniei universale.*[10]

Odată cu conceptul de câmp cuantic, fizica modernă a găsit un răspuns neaşteptat pentru vechea întrebare: conţine sau nu materia atomi indivizibili sau vreun mediu-suport continuu? Câmpul este un continuum prezent peste tot în spaţiu şi, totuşi, în forma sa „granulară", de particulă, are aspect discontinuu. Cele două concepte, aparent contradictorii,

sunt reunite şi se dovedesc a fi aspecte diferite ale unei unice realităţi. Ca întotdeauna în teoria relativităţii, unificarea contrariilor are caracter dinamic, cele două aspecte ale materiei transformându-se necontenit unul în celălalt. Şi filosofia mistică a Orientului vorbeşte despre aceeaşi unitate dinamică dintre Vid şi formele pe care el le generează. Iată ce spune în acest sens Lama Govinda:

> *Relaţia dintre vid şi formă nu poate fi concepută ca o stare de contradicţie exclusivă, ci ca relaţia dintre două aspecte ale aceleiaşi realităţi, care coexistă şi interacţionează în mod continuu.*[11]

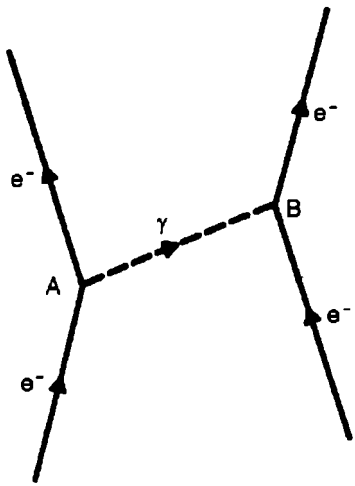
Fuzionarea acestor concepte opuse a fost exprimată într-o *sutra* budistă în celebrele cuvinte:

> *Forma este vid şi, cu adevărat, vidul este formă. Vidul nu se deosebeşte de formă, forma nu se deosebeşte de vid. Tot ce-i formă este, în fapt, vid, tot ce-i vid, în fapt, este formă .*[12]

Teoria câmpului a condus nu numai la o nouă concepţie despre particulele subatomice, dar şi la o modificare a noţiunilor legate de forţele de interacţie dintre particule. La început, conceptul de câmp era legat de cel de forţă, şi chiar în teoria cuantică a câmpului aceste concepte sunt încă asociate. Câmpul electromagnetic, de exemplu, se poate manifesta ca un „câmp liber" în forma undelor / fotonilor sau poate juca rolul câmpului de forţe dintre particulele încărcate. În cel de-al doilea caz, forţa se manifestă printr-un schimb de fotoni între particulele care interacţionează. Respingerea electrostatică a doi electroni, de exemplu, este mediată de schimbul unui foton.

Această nouă noţiune de forţă ar putea părea dificil de înţeles, dar lucrurile se clarifică dacă procesul de transfer de fotoni este reprezentat într-o diagramă spaţiu-timp. În diagrama următoare doi electroni se apropie unul de altul, unul dintre ei emiţând în punctul A un foton (notat γ), iar celălalt absorbindu-l în punctul B. Când primul electron emite fotonul, îşi schimbă direcţia de deplasare şi îşi modifică viteza (după cum se poate observa pe linia sa de univers care capătă o

nouă direcţie şi o nouă înclinare) şi tot aşa se întâmplă şi cu al doilea electron când absoarbe fotonul. În final, electronii se depărtează unul de celălalt, respingându-se prin intermediul schimbului unui foton. Interacţia dintre mai mulţi electroni va implica mai multe schimburi de fotoni şi, ca rezultat, electronii vor suferi deflexii descriind traiectorii curbe.



Respingerea a doi electroni prin schimbul unui foton.

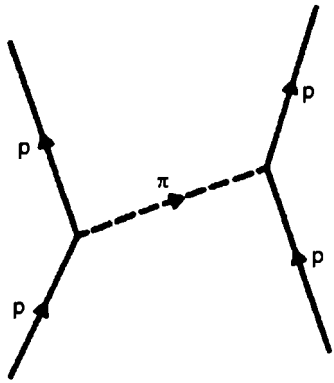
În terminologia fizicii clasice s-ar spune că electronii exercită forţe de repulsie unii asupra altora. Dar iată că acum, această formulare se dovedeşte a fi imprecisă. Nici unul dintre cei doi electroni nu „simte" nici o forţă pe măsură ce se apropie de celălalt. Ei nu fac decât să interacţioneze prin intermediul schimbului de fotoni. Forţa nu este nimic altceva decât efectul cumulat la nivel macroscopic al schimburilor de fotoni. Aşadar, conceptul de forţă nu mai este util la nivel subatomic. Este un concept clasic pe care-l asociem (chiar dacă numai la nivelul subconştientului) cu ideea newtoniană de forţă care acţionează la distanţă. În domeniul subatomic nu există asemenea forţe, ci doar interacţii între particule, interacţii mediate de câmp, adică de particule. De aceea, fizicienii preferă să vorbească mai curând despre interacţii decât despre forţe.

Aşa cum arăta teoria cuantică a câmpului, toate interacţiile se produc prin intermediul schimburilor de particule. În cazul interacţiilor electromagnetice particulele care constituie obiectul schimbului sunt fotonii; nucleonii, pe de altă parte, interacţionează prin intermediul forţelor nucleare mult mai puternice – sau „interacţiilor tari" – care se manifestă prin schimbul unui alt tip de particule, „mezonii". Există numeroase tipuri de mezoni care pot constitui obiectul transferului dintre protoni şi neutroni. Cu cât sunt mai apropiaţi nucleonii, cu atât sunt mai numeroşi şi mai grei mezonii transferaţi. Interacţiile dintre nucleoni sunt legate de proprietăţile mezonilor schimbaţi, iar aceştia, la rândul lor, interacţionează prin transferul altor particule. Iată de ce, înţelegerea forţelor nucleare nu este posibilă fără înţelegerea întregului spectru de particule subatomice.

În cadrul teoriei cuantice a câmpului toate interacţiile dintre particule pot fi reprezentate prin diagrame spaţiu-timp, fiecărei diagrame fiindu-i asociate expresii matematice care permit calculul probabilităţii de apariţie a procesului respectiv. Corespondenţa exactă între diagrame şi expresiile matematice a fost stabilită în 1949 de Richard Feynman şi de atunci respectivele diagrame au fost numite diagrame Feynman. Aspectul esenţial al teoriei este reprezentat de crearea şi distrugerea particulelor. De exemplu, fotonul din diagrama noastră este creat printr-un proces de emisie în punctul A şi este distrus prin absorbţie în punctul B. Un asemenea proces poate fi conceput numai într-o teorie relativistă, în care particulele nu sunt privite ca obiecte indestructibile, ci mai curând ca structuri dinamice ce implică o anumită cantitate de energie care poate fi redistribuită pe măsură ce se formează noi structuri.

Crearea unei particule cu masă este posibilă numai atunci când energia corespunzătoare masei este furnizată într-un proces de ciocnire, de exemplu. În cazul interacţiilor tari această energie nu este întotdeauna disponibilă – ceea ce se şi întâmplă atunci când doi nucleoni interacţionează în cadrul nucleului atomic. În asemenea cazuri s-ar deduce că transferul de mezoni cu masă nu este posibil. Şi totuşi, transferul are loc. Doi protoni p pot schimba un mezon π, sau „pion", a cărui

masă reprezintă aproximativ a şaptea parte din masa unui proton.



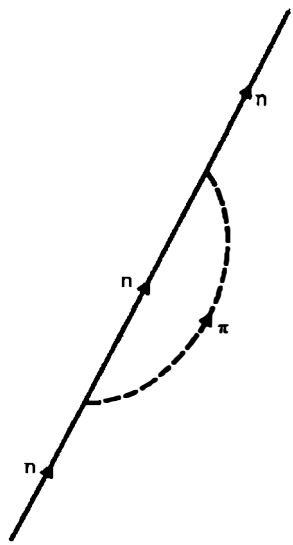
Doi protoni (p) schimbă între ei un pion (π).

Cauza care face ca procesul să poată avea loc, în ciuda absenței aparente a energiei necesare creării mezonului, trebuie căutată într-un „efect cuantic" legat de principiul de nedeterminare. După cum am arătat mai înainte, evenimentele care se petrec la nivel subatomic, în intervale extrem de scurte de timp implică un grad de incertitudine în cunoaşterea energiei. Schimbul de mezoni, adică crearea şi distrugerea lor, reprezintă astfel de evenimente. Se produc într-un timp atât de scurt încât incertitudinea în cunoaşterea energiei este suficientă pentru a permite crearea mezonilor. Aceşti mezoni sunt denumiți particule „virtuale". Ei sunt diferiți de mezonii „reali" creați în procesele de coliziune, deoarece pot exista numai un interval de timp egal cu cel dat de principiul de nedeterminare.

Cu cât mezonii sunt mai grei (cu cât este necesară mai multă energie pentru a-i crea), cu atât este mai scurt intervalul de timp alocat procesului de schimb. Iată de ce nucleonii pot schimba mezoni grei numai atunci când se află foarte aproape unul de celălalt. Transferul de fotoni virtuali se poate produce la distanțe oricât de mari, deoarece fotonii, neavând masă, pot fi creați dintr-o cantitate oricât de mică de energie. Analiza forțelor nucleare şi electromagnetice i-a permis lui Hideki Yukawa în 1935 nu numai să prezică existența pionilor cu

12 ani înainte ca aceştia să fi fost puşi în evidenţă, dar chiar să le şi estimeze masa pe baza razei de acţiune a forţei nucleare.

În teoria cuantică a câmpului toate interacţiile sunt descrise ca schimburi de particule virtuale. Cu cât interacţia este mai puternică, deci cu cât este mai intensă forţa de interacţie dintre particule, cu atât este mai mare probabilitatea de apariţie a proceselor de transfer; cu atât mai mult va creşte frecvenţa schimburilor de particule virtuale. Dar rolul particulelor virtuale nu este limitat la aceste interacţii. Un singur electron, de exemplu, poate să emită o particulă virtuală şi să o reabsoarbă scurt timp după aceea. De vreme ce mezonul dispare în intervalul de timp permis de principiul de nedeterminare, nu există nimic care să interzică un astfel de proces. Diagrama Feynman corespunzătoare procesului în care un neutron emite şi apoi reabsoarbe un pion este reprodusă în figura alăturată.



Un neutron (n) emite şi reabsoarbe un pion (π).

Probabilitatea unui asemenea *proces de autointeracţie* este foarte mare pentru nucleoni, datorită faptului că interacţiile suportate de aceştia sunt interacţii tari. Asta înseamnă că nucleonii emit şi absorb particule virtuale tot timpul. Aşa cum se arăta în teoria câmpului, ei trebuie priviţi ca centri de activitate continuă înconjuraţi de nori de particule. Mezonii virtuali trebuie să dispară imediat după ce au fost creaţi, ceea ce înseamnă că nu se pot îndepărta prea mult de nucleon. Norul de mezoni are, deci, dimensiuni foarte reduse. Zona aflată la extremitatea exterioară a norlui este populată de mezoni uşori (în special pioni); mezonii grei trebuie să fie absorbiţi după un timp mult mai scurt şi de aceea sunt confinaţi în interiorul norului.

Fiecare nucleon este înconjurat de un asemenea nor de mezoni virtuali care trăiesc o viață extrem de scurtă. Totuşi, în condiții speciale, mezonii virtuali pot deveni reali. Atunci când un nucleon este ciocnit de o altă particulă care se deplasează cu viteză mare, o parte din energia de mişcare a acelei particule poate fi transferată unui mezon virtual pentru a-l elibera din nor. În acest fel iau naştere mezonii reali. Pe de altă parte, dacă doi nucleoni se apropie atât de mult încât norii lor de mezoni se suprapun, este posibil ca unele particule virtuale să nu se întoarcă înapoi spre a fi absorbite de nucleonul care le-a generat, ci să „sară" în celălalt nor spre a fi absorbite de cel de-al doilea nucleon. Aşa au loc procesele de transfer care constituie interacțiile tari.

Desenul anterior arată clar că interacțiile dintre particule, şi astfel „forțele" dintre ele, sunt determinate de compunerea norilor virtuali. Raza de acțiune a interacției, adică distanța dintre particule la care interacția mai poate avea loc, depinde de extensia norilor virtuali, iar forma detaliată a interacției va depinde de proprietățile particulelor prezente în nor. Astfel, forțele electromagnetice se datorează prezenței fotonilor virtuali „în interiorul" particulelor încărcate cu sarcină electrică, în timp ce interacțiile tari dintre nucleoni se datorează prezenței pionilor virtuali şi altor mezoni „în interiorul" nucleonilor. În teoria câmpului forțele dintre particule apar ca proprietăți intrinseci ale particulelor. Forța şi materia, cele două concepte atât de clar separate în atomismul grec şi newtonian se dovedesc acum a avea o origine comună în structurile dinamice pe care le numim particule.

O asemenea concepție despre forțe este caracteristică şi filosofiei mistice orientale care priveşte mişcarea şi schimbarea ca pe nişte proprietăți intrinseci tuturor lucrurilor. „Ceea ce se roteşte", spune Chuang Tse referindu-se la cer, „este animat de o forță spontană şi, de aceea, mişcarea nu îi este impusă din afară."[13]; iar în *I Ching* citim:

> *Legile naturii nu sunt forțe impuse din afară, ci de armonia mişcării interioare.*[14]

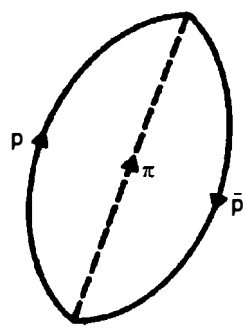
Descrierea pe care au dat-o vechii chinezi forțelor ca armonie a mişcării interioare a lucrurilor pare cea mai

adecvată în lumina teoriei cuantice a câmpului, unde forţele dintre particule reflectă structuri dinamice (norii virtuali) inerente acestora.

Teoriile de câmp din fizica modernă ne obligă să abandonăm distincţia clasică dintre particulele materiale şi vid. Teoria gravitaţiei a lui Einstein şi teoria cuantică a câmpului dovedesc amândouă că particulele nu pot fi separate de spaţiul care le înconjoară. Pe de o parte, ele determină structura spaţiului, dar, pe de altă parte, ele nu pot fi privite ca entităţi separate, ci ca nişte condensări ale câmpului prezent în tot spaţiul. În cadrul teoriei cuantice, câmpul constituie suportul particulelor şi al interacţiilor dintre ele.

> *Câmpul există peste tot şi în orice clipă; el nu poate fi eliminat. El este suportul tuturor fenomenelor materiale. Acesta este „vidul" din care protonii creează mezonii pi. Existenta şi dispariţia particulelor sunt formele de mişcare a câmpului.*[15]

Distincţia dintre materie şi spaţiul vid a trebuit să fie abandonată în final, atunci când s-a dovedit că particulele se pot naşte spontan din vid şi pot dispărea în vid fără ca vreun nucleon sau vreo altă particulă care provoacă interacţii tari să fie prezentă. Iată „diagrama de vid" a unui asemenea proces: trei particule – un proton (p), un antiproton ($\bar{p}$) şi un pion (π) – se formează din nimic şi dispar în vid. Conform teoriei câmpului, evenimente de acest fel au loc permanent. Vidul este departe de a fi un gol. Dimpotrivă, el conţine un număr nelimitat de particule care se formează şi se distrug fără încetare.



Exemplu de diagramă de vid.

Aşadar aici se află cea mai mare asemănare cu „vidul misticii orientale". Ca şi acesta, „vidul fizic" – cum este numit în teoria câmpului – nu înseamnă „nimic", ci existenţa potenţială a tuturor formelor posibile în lumea particulelor. Aceste forme,

la rândul lor, nu sunt entități fizice independente, ci manifestări tranzitorii ale „vidului suport". Așa cum se spune în *sutra*, „Forma este vid și, cu adevărat, vidul este formă".

Relația dintre particulele virtuale și vid este o relație esențialmente dinamică; vidul este într-adevăr un „vid viu" care pulsează în ritmurile nesfârșite ale creației și distrugerii. Descoperirea calității dinamice a vidului este considerată de mulți fizicieni ca una din cele mai importante din fizica modernă. De la rolul său de container gol al fenomenelor fizice, vidul a evoluat la acela de mărime dinamică de importanță majoră. Și, astfel, rezultatele cercetărilor din fizica modernă par să confirme cele spuse de înțeleptul chinez Chang Tsai:

> *Numai atunci când afli că Marele Vid este plin de ch'i,*
> *îți dai seama că nimic nu-i mai plin ca nimicul.*[16]

15 dansul cosmic

Explorarea lumii subatomice în secolul al XX-lea a relevat natura dinamică a materiei. A dovedit că particulele care compun atomul sunt structuri dinamice care nu există ca entități izolate, ci ca părți integrate într-o rețea de interacții. Aceste interacții implică o curgere neîntreruptă a energiei care se manifestă prin schimbul de particule; un joc dinamic în care particulele sunt create şi distruse fără încetare într-un proces de continuă transformare a structurilor energetice. Interacțiile dintre particule dau naştere unor structuri stabile care alcătuiesc lumea materială; aceasta nu este statică, ci oscilează cu mişcări ritmice. Întregul Univers este astfel angajat fără încetare în mişcare şi activitate, într-un continuu dans cosmic al energiei.

Acest dans implică o enormă varietate de structuri, dar – lucru surprinzător – acestea se clasifică în numai câteva categorii distincte. Studiul particulelor subatomice şi al interacțiilor dintre ele arată că această zonă a realității este caracterizată printr-un mare grad de ordine. Toți atomii şi, în consecință, toate formele de materie din mediul nostru sunt compuse din trei tipuri de particule dotate cu masă: protoni, neutroni şi electroni. Un al patrulea tip de particulă, fotonul, este lipsit de masă şi reprezintă cuanta de radiație electromagnetică. Protonii, electronii şi fotonii sunt particule stabile, ceea ce înseamnă că pot trăi oricât de mult, câtă vreme nu sunt angajați în procese de ciocnire în cadrul

cărora ar putea fi anihilați. Neutronul, pe de altă parte, se poate dezintegra spontan. Acest proces se numeşte „dezintegrare beta" şi reprezintă principalul fenomen responsabil de un anumit tip de radioactivitate. El presupune transformarea neutronului într-un proton însoțită de crearea unui electron şi a unui nou tip de particulă fără masă – neutrino. Neutrino este stabil, ca şi protonul şi electronul. Este notat de obicei cu litera grecească ν („niu"), iar dezintegrarea beta este scrisă simbolic astfel:

$$n \Rightarrow p + e^- + \nu$$

Transformarea neutronilor în protoni în interiorul atomilor substanțelor radioactive atrage după sine transformarea respectivilor atomi în atomi de un cu totul alt tip. Electronii creați în acest proces sunt emişi sub forma unei radiații puternice care îşi găseşte aplicații pe scară largă în biologie, medicină şi industrie. În schimb neutrinii, emişi în număr egal, sunt foarte dificil de detectat, deoarece nu au nici masă şi nici sarcină electrică.

Aşa cum am arătat mai înainte, pentru fiecare particulă există o antiparticulă de masă egală şi sarcină de semn opus; antiparticula electronului este numită pozitron; există antiproton, antineutron şi antineutrino. De fapt, particula fără masă creată în dezintegrarea beta nu este neutrino, ci antineutrino (notat $\bar{\nu}$), astfel încât ecuația care descrie corect procesul este următoarea

$$n \Rightarrow p + e^- + \bar{\nu}$$

Particulele menționate până acum reprezintă doar câteva din particulele pe care le cunoaştem astăzi. Toate celelalte sunt instabile şi se dezintegrează după scurt timp în alte particule, dintre care unele se pot dezintegra la rândul lor până când se ajunge la o combinație de particule stabile. Studiul celor instabile este foarte costisitor, căci ele trebuie create de fiecare dată în procese de ciocnire care au loc în acceleratoare de particule enorme, în camere cu ceață şi în alte dispozitive sofisticate.

Cele mai multe dintre particulele instabile trăiesc un timp extrem de scurt raportat la scara timpului uman; mai puțin de o milionime de secundă. Totuşi, timpul lor de viață trebuie considerat prin raportare la dimensiunile lor, care sunt, de asemenea, infime. Dacă privim lucrurile în această lumină vom constata că cele mai multe din ele trăiesc un timp suficient de lung şi că acea milionime de secundă reprezintă, de fapt, un interval foarte lung în lumea particulelor. Într-o secundă, un om se poate deplasa pe o distanță egală cu de câteva ori dimensiunea sa. În cazul unei particule, intervalul echivalent ar fi timpul necesar pentru deplasarea pe o distanță de câteva ori mai mare decât dimensiunea ei; o unitate de timp care s-ar putea numi „secundă-particulă"*

Pentru a traversa un nucleu atomic de dimensiune medie, unei particule îi sunt necesare cam zece asemenea „secunde-particulă", dacă se deplasează cu o viteză apropiată de viteza luminii, aşa cum se întâmplă în cazul experiențelor de ciocnire. Din marele număr de particule instabile doar vreo două duzini pot traversa mai mulți atomi înainte de a se dezintegra. Este vorba de o distanță de aproximativ 100 000 de ori mai mare decât dimensiunea lor şi care corespunde unui timp de câteva „ore-particulă". Acestea sunt clasificate în tabelul de pe pagina următoare, împreună cu cele menționate deja. Cele mai multe dintre particulele instabile din tabel vor parcurge un centimetru sau chiar mai mulți înainte de a se dezintegra, iar cele care trăiesc cel mai mult, adică o milionime de secundă, pot parcurge câteva sute de metri înainte de a se dezintegra; o distanță uriaşă în raport cu dimensiunile lor.

Toate celelalte particule cunoscute până acum aparțin unei categorii numite „de rezonanță", categorie ce va fi

---

* Fizicienii notează această unitate de timp prin 10^{-23} secunde, o prescurtare a unui număr zecimal cu 23 de zerouri în fața cifrei 1 (incluzând zeroul din fața virgulei), adică: 0,00000000000000000000001 secunde.

descrisă în detaliu în următorul capitol. Ele trăiesc un timp foarte scurt, dezintegrându-se după câteva „secunde-particulă", astfel încât nu se pot niciodată deplasa pe distanțe mai mari decât de câteva ori propria lor dimensiune. Aceasta înseamnă că nu pot fi văzute în camera cu bule; existența lor poate fi numai dedusă indirect. Urmele care pot fi văzute în camera cu ceață sunt lăsate numai de particulele clasificate în tabel.

Toate aceste particule pot fi create şi anihilate în procese de coliziune; fiecare din ele poate constitui obiect de schimb ca particulă virtuală şi, astfel, poate contribui la interacția dintre alte particule. S-ar părea că se ajunge astfel la un număr uriaş de interacții, dar – deşi nu cunoaştem încă motivul – toate interacțiile se pot clasifica după intensitate în patru categorii:

interacții tari,
interacții electromagnetice,
interacții slabe,
interacții gravitaționale.

Între acestea, cele mai familiare ne sunt cele electromagnetice şi gravitaționale, deoarece au loc la nivel macroscopic. Interacția gravitațională se stabileşte între toate tipurile de particule, dar este atât de slabă încât nu poate fi detectată.

Totuşi, în domeniul macroscopic, marele număr de particule care compun corpurile cu masă, combină interacția gravitațională pentru a produce gravitația care constituie la scară macroscopică forța dominantă în Univers. Interacțiile electromagnetice se stabilesc între toate corpurile încărcate cu sarcină electrică. Ele sunt responsabile de procesele chimice şi de formarea structurilor atomice şi moleculare. Interacțiile tari mențin protonii şi neutronii laolaltă în nucleul atomic. Ele constituie forța nucleară, de departe cea mai puternică forță din natură. Pentru a justifica afirmația, vom spune că electronii sunt menținuți în jurul nucleului prin

acțiunea forței electromagnetice care presupune energii de ordinul a 10 unități (numite electron-volți), în timp ce forța nucleară menține protonii și neutronii în nucleu cu energii de aproximativ 10 milioane de unități!

Nucleonii nu sunt singurele particule ale căror interacții se clasifică în prima grupă, aceea a *interacțiilor tari.* De fapt, majoritatea covârșitoare a particulelor interacționează astfel. Dintre toate particulele cunoscute până acum, numai cinci (și antiparticulele lor) nu admit interacții tari. Acestea sunt fotonii și cei patru „leptoni" aflați în partea de sus a tabelului* În acest fel, toate particulele pot fi clasificate în două grupe mari: leptoni și „hadroni" – particule supuse interacțiilor tari. Hadronii se clasifică în „mezoni" și „barioni"; există multe diferențe între particulele aparținând acestor două grupe, una din ele fiind aceea că, în timp ce, pentru fiecare barion există antiparticulă distinctă, particulele aparținând grupei mezonilor sunt propriile lor antiparticule.

Tabelul din figura următoare prezintă 13 tipuri de particule diferite, dintre care multe apar în diverse „stări încărcate". De exemplu, pionii pot avea sarcină pozitivă (π^+), negativă ($\pi)^-$, sau pot fi neutri din punct de vedere electric (π^0). Există două tipuri de neutrino: unul interacționează doar cu electronii (ν_e), celălalt doar cu miuonii (ν_μ). În tabel apar și antiparticulele corespunzătoare; se poate observa că trei dintre particulele care apar în tabel (γ, π^0, η) sunt propriile lor antiparticule. Particulele sunt aranjate în ordinea crescătoare a masei; fotonul și neutrinii nu au masă; electronul este cea mai ușoară particulă; miuonul, pionul și kaonul sunt de

---

* Un al cincilea lepton, notat cu litera grecească τ („tau") a fost descoperit recent. Ca și electronul și mionul, prezintă două stări încărcate, τ^- si τ^+ și, deoarece are o masă de aproape 3500 de ori mai mare decât a unui electron, este cunoscut ca „leptonul greu". Se prezice existența unui neutrino care interacționează numai cu „tau", dar nu a fost detectat încă.

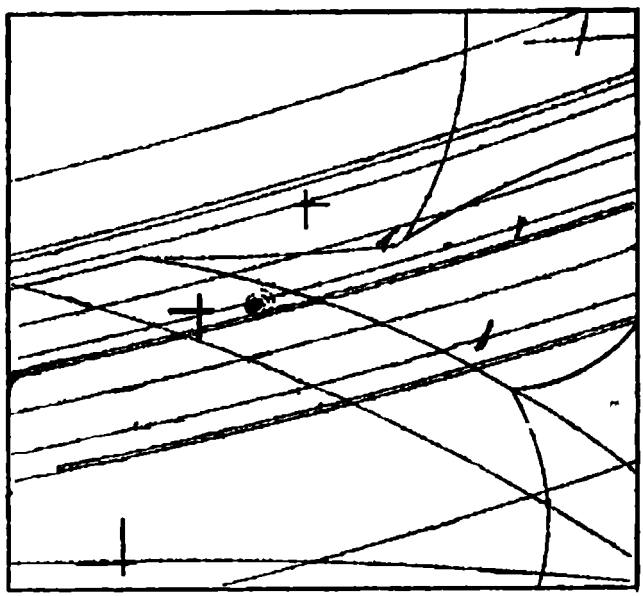
câteva sute de ori mai grei decât electronul; celelalte particule sunt de câteva mii de ori mai grele decât electronul.

NUME			SIMBOL	
			PARTICULĂ	ANTIPARTICULĂ
foton			γ	
leptoni		neutrino	ν_e ν_μ	$\bar{\nu}_e$ $\bar{\nu}_\mu$
		electron	e^-	e^+
		miuon	μ^-	μ^+
hadroni	mezoni	pion	π^+ π^0 π^-	
		kaon	K^+ K^0	$\bar{K}^0$ K^-
		eta	η	
	barioni	proton	p	$\bar{p}$
		neutron	n	$\bar{n}$
		lambda	Λ	$\bar{\Lambda}$
		sigma	Σ^+ Σ^0 Σ^-	$\bar{\Sigma}^+$ $\bar{\Sigma}^0$ $\bar{\Sigma}^-$
		cascade	Ξ^0 Ξ^-	$\bar{\Xi}^0$ $\bar{\Xi}^-$
		omega	Ω	$\bar{\Omega}^-$

Leptonii sunt implicați în al patrulea tip de interacții, *interacțiile slabe*. Acestea sunt atât de puțin intense şi au o rază de acțiune atât de mică, încât nu sunt responsabile de formarea vreunui sistem de particule. Pe când celelalte trei tipuri de interacții conduc la stabilirea unor forțe care mențin structuri: *interacțiile nucleare* sunt responsabile de formarea nucleului, *interacțiile electromagnetice* sunt responsabile de formarea atomilor şi moleculelor, iar *interacțiile gravitaționale* sunt responsabile de formarea sistemelor planetare, stelare şi galactice. Interacțiile slabe se manifestă numai în cadrul

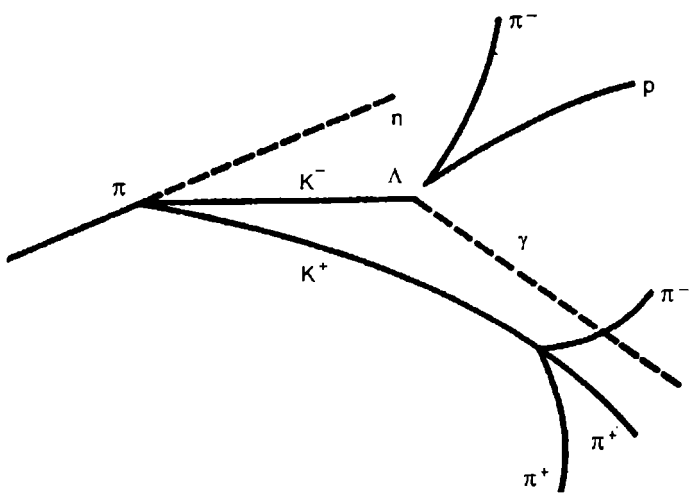
unor procese de ciocnire şi în dezintegrări, de exemplu în dezintegrarea beta menționată anterior.

Toate interacțiile dintre hadroni sunt mediate de transferul altor hadroni. Datorită acestor schimburi de particule cu masă, interacțiile tari au rază extrem de scurtă de acțiune. Ele acționează numai în limita unor distanțe de câteva ori mai mari decât dimensiunea unei particule şi, de aceea, nu pot conduce la stabilirea unei forțe care să se manifeste la nivel macroscopic. Interacțiile tari nu sunt resimțite la nivelul experienței comune. Interacțiile electromagnetice sunt mediate de schimbul de fotoni fără masă şi de aceea, raza lor de acțiune este indefinit de mare, ceea ce face ca forțele electrice şi magnetice să fie resimțite la nivel macroscopic. Se crede că interacțiile gravitaționale sunt mediate de o particulă fără masă numită „graviton"; dar, datorită faptului că ele sunt atât de slabe, gravitonul nu a



fost încă detectat – deşi nu există nici un motiv serios să ne îndoim de existenţa lui.

În sfârşit, interacţiile slabe au o rază de acţiune foarte limitată – mult mai scurtă decât aceea corespunzătoare interacţiilor tari – şi de aceea se presupune că ele se realizează prin schimbul unor particule extrem de grele. Se pare că aceste particule ipotetice, presupuse a exista în trei variante numite W^+, W^- şi Z, joacă un rol analog fotonului în interacţiile electromagnetice, exceptând masa lor foarte mare. Această analogie constituie de altfel suportul unui nou tip de teorii ale câmpului, dezvoltate recent şi cunoscute sub numele de *teorii comparative*, pe baza cărora s-a putut realiza unificarea interacţiilor electromagnetice şi a interacţiilor slabe.*



Această ilustrată, ca şi cea precedentă, prezintă ciocniri şi dezintegrări: un pion negativ (π^-), care vine din partea stângă, se ciocneşte cu un

* Vezi *Postfaţa*.

proton – adică, un nucleu de hidrogen – aflat în camera cu bule; ei sunt anihilaţi şi, în schimb, sunt creaţi un neutron (n) şi doi kaoni (K^- şi K^+); neutronul se deplasează fără a lăsa vreo urmă; particula K^- se ciocneşte cu un alt proton, procesul soldându-se cu anihilarea lor reciprocă şi cu apariţia unei particule lambda (Λ) şi a unui foton (γ). Nici una din aceste două particule neutre nu poate fi vizualizată, dar Λ se dezintegrează după scurt timp într-un proton (p) şi un π^-, ale căror urme se pot observa. Distanţa scurtă între punctul în care este creată particula Λ şi cel în care se produce dezintegrarea sa este perfect vizibilă în fotografie. În final, K^+, apărută în urma primei ciocniri, mai parcurge o anumită distanţă înainte de a se dezintegra în trei pioni.

Este o ilustrare impresionantă a caracterului mutant al materiei subatomice; într-o cascadă de energie se creează şi se distrug particule.

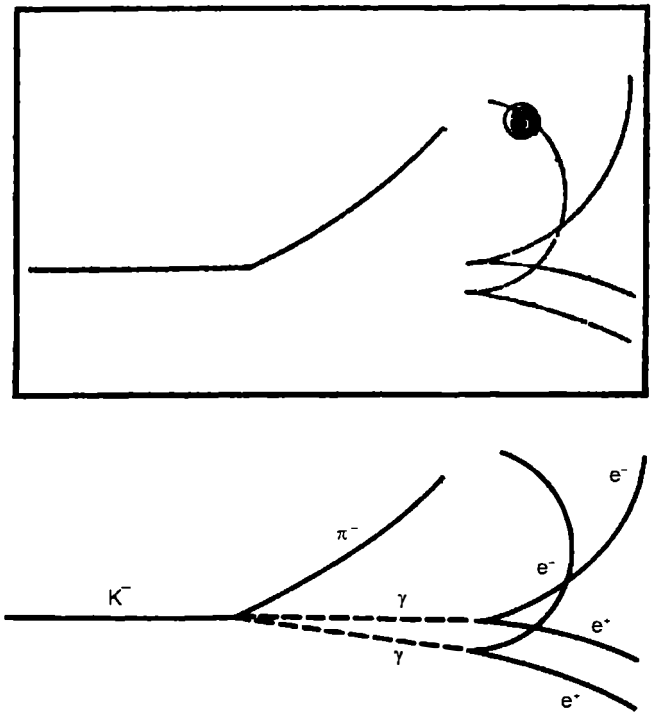
În secvenţa deja prezentată, ca şi în cea care urmează, impresionează în primul rând procesul de creare a materiei; fotonul fără masă, dar de energie enormă, care nu poate fi vizualizat în camera cu bule, explodează dintr-o dată într-o pereche de particule încărcate – un electron şi un pozitron – care descriu vijelioase curbe divergente.

În cadrul multor procese de coliziune din fizica energiilor înalte, interacţiile tari electromagnetice şi cele slabe se combină pentru a produce o secvenţă complexă de evenimente. Particulele care se ciocnesc iniţial sunt adesea distruse şi sunt create particule noi, care se angajează în alte procese de ciocnire, sau se dezintegrează, uneori în câteva etape, ajungându-se în final la particule stabile. Ilustraţia de la pagina 227 prezintă fotografia* unui asemenea proces de creare şi anihilare făcută într-o cameră cu bule.

Ilustraţiile din figura următoare reprezintă un splendid exemplu care arată crearea a două asemenea perechi.

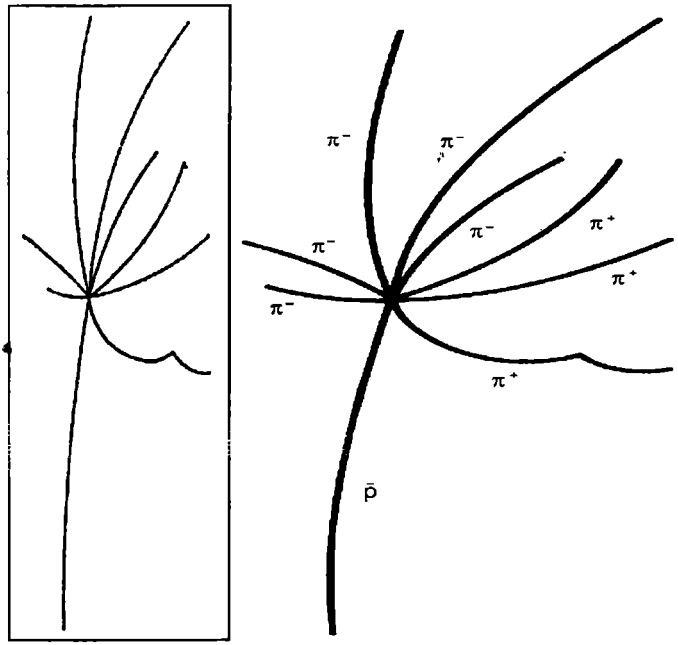
---

*De reţinut că numai particulele încărcate lasă urme în camera cu bule; acestea sunt îndreptate prin acţiunea câmpurilor electromagnetice în sensul acelor de ceasornic, dacă au sarcini.

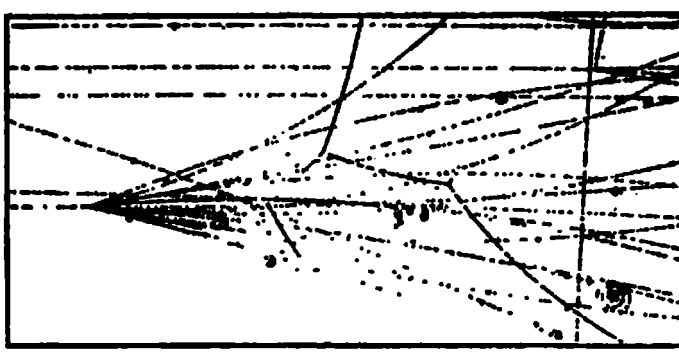


Secvență de evenimente ilustrând crearea a două perechi de particule: un K^- se dezintegrează într-un π^- şi doi fotoni (γ), fiecare dintre aceştia creând la rândul său o pereche electron–pozitron; traiectoria pozitronilor (e^+) se curbează către dreapta, iar a electronilor (e^-) către stânga.

Cu cât energia inițială în aceste procese este mai mare, cu atât pot fi create mai multe particule. În prima figură de la pagina următoare este ilustrată crearea a opt pioni prin ciocnirea unui proton cu un antiproton, iar cea de-a doua figură ilustrează un caz extrem – crearea a şaisprezece particule în urma unei singure coliziuni dintre un pion şi un proton.



Crearea a opt pioni în cadrul unui proces de ciocnire între un antiproton ($\bar{p}$) şi un proton aflat în camera cu ceaţă.



Crearea a 16 particule în urma unei ciocniri pion–proton.

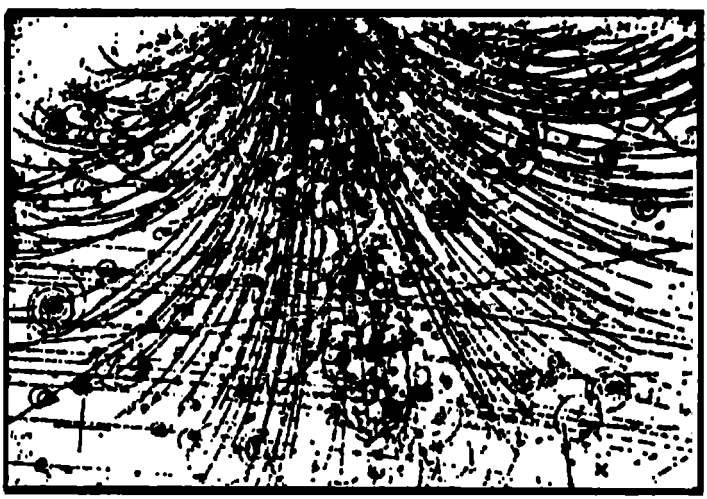
Toate aceste ciocniri au fost produse artificial, în laborator, cu ajutorul imenselor acceleratoare în care particulele sunt accelerate până ajung la energia necesară. În cele mai multe fenomene naturale de pe Pământ, nu se ating energii suficient de înalte pentru a putea fi create particule cu masă. Dar în spațiul cosmic situația este cu totul alta. În centrul stelelor, în care au loc tot timpul în mod natural procese de ciocnire ca acelea studiate în laborator, se creează un număr mare de particule subatomice. În unele stele, aceste evenimente produc radiație electromagnetică puternică – sub forma undelor radio, a razelor de lumină sau a radiației X –, care constituie pentru astronomi principala sursă de informație. Spațiul interstelar, ca şi spațiul dintre galaxii, este traversat de radiație electromagnetică de diverse frecvențe, adică de fotoni de diverse energii.

Acestea nu sunt, totuşi, singurele particule care călătoresc prin spațiu. „Radiația cosmică" este formată nu numai din fotoni, ci şi din diverse tipuri de particule cu masă, a căror origine este încă un mister. Unele din ele sunt protoni de energie foarte înaltă, cu mult mai mare decât pragul care se poate atinge în cele mai puternice acceleratoare.

Când „razele cosmice" lovesc atmosfera terestră, ele suferă ciocniri cu nucleele moleculelor de aer şi produc o mare varietate de particule secundare care sau se dezintegrează, sau participă la alte procese de coliziune, creând astfel mai multe particule; acestea, la rândul lor, se pot ciocni sau dezintegra şi tot aşa până când ultimele ating Pământul. În acest mod, un singur proton lansat în atmosfera Pământului generează o întreagă cascadă de evenimente prin care energia sa cinetică inițială se transformă într-o ploaie de particule diverse, şi este absorbită treptat pe măsură ce acestea penetrează stratul de aer producând alte ciocniri.

Acelaşi fenomen pus în evidență în experiențele de fizica energiilor înalte apare în mod natural şi cu intensitate mult mai mare în atmosfera Pământului; o curgere continuă de energie care străbate o mare varietate de particule într-un

dans ritmic al creaţiei şi anihilării. Ilustraţia următoare prezintă o imagine magnifică a acestui dans al energiei; fotografia a fost făcută accidental, când o rază cosmică neaşteptată a atins o cameră cu bule la Centrul European de Cercetări CERN.

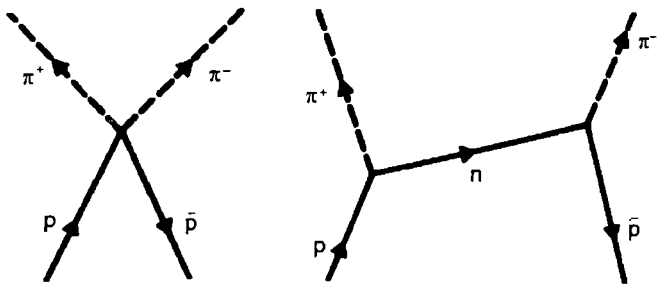


Un „duş" de aproximativ 100 de particule produs de o rază cosmică incidentă pe o cameră cu ceaţă. Urmele orizontale aparţin particulelor care ies din accelerator.

Particulele nu suferă numai procesele de creare şi anihilare observate şi fotografiate în camera cu bule. Se produc şi fenomene de creare şi distrugere a particulelor virtuale ce constituie obiectul schimbului în cadrul interacţiilor şi care nu trăiesc suficient pentru a putea fi observate.

Să considerăm, de exemplu, crearea a doi pioni prin ciocnirea dintre un proton şi un antiproton. Diagrama spaţio-temporală a acestui eveniment ar arăta ca în figura din stânga de pe pagina următoare (de reţinut că axa timpului are direcţia de jos în sus!)

Sunt reprezentate liniile de univers ale protonului (p) şi antiprotonului ($\bar{p}$) care se ciocnesc într-un punct din spaţiu anihilându-se reciproc şi creând cei doi pioni (π^- şi π^+). Totuşi, această diagramă nu înfăţişează toate fazele evenimentului. Interacţia proton–antiproton constă din schimbul unui neutron virtual, aşa cum se vede în diagrama corespunzătoare din dreapta.



În mod similar, procesul reprezentat în figura următoare, în care prin coliziunea proton–antiproton sunt creaţi patru pioni, poate fi conceput ca un proces de schimb care implică crearea şi anihilarea a trei particule virtuale – doi neutroni şi un proton.

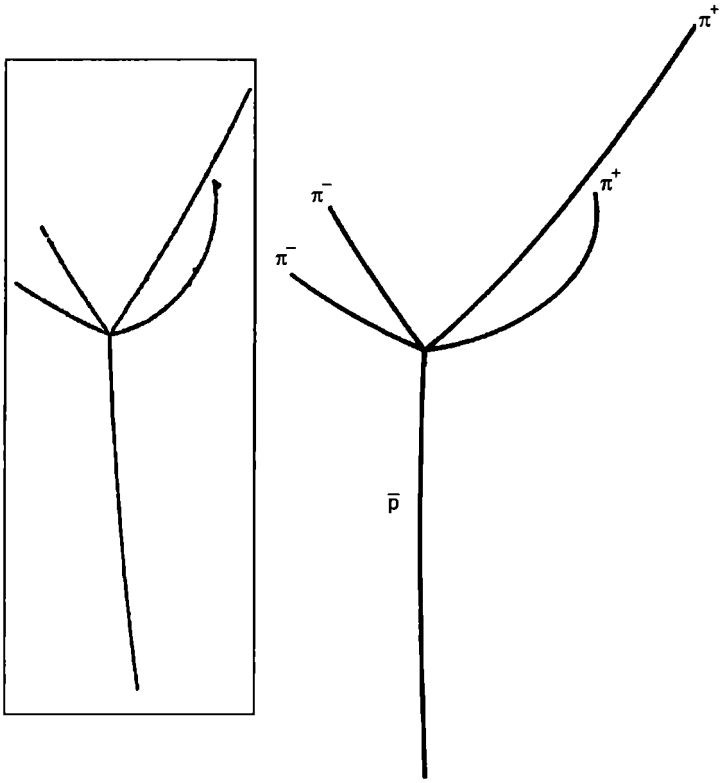
Diagrama Feynman corespunzătoare este prezentată la pagina 236*

Exemplele demonstrează că urmele lăsate în camera cu bule dau numai o imagine aproximativă a interacţiilor. Procesele reale implică fenomene de schimb mult mai complexe. Situaţia se complică indefinit dacă ne amintim că

* Următoarele diagrame sunt reprezentări schematice şi nu înfăţişează unghiurile corecte dintre liniile de univers ale particulelor. De observat că protonul iniţial aflat în camera cu bule nu apare în fotografie, dar linia lui de univers, da, căci el se deplasează în timp.

fiecare particulă implicată în interacție emite şi absoarbe în mod continuu particule virtuale.

Un proton va emite şi va reabsorbi din când în când un pion neutru, iar uneori poate emite o particulă π^+, transformându-se într-un neutron care va reabsorbi π^+ după scurt timp, redevenind proton. Într-un asemenea caz, liniile protonilor din diagrama Feynman trebuie să fie înlocuite prin alte diagrame.



Crearea a opt pioni în cadrul unui proces de ciocnire între un antiproton ($\bar{p}$) şi un proton aflat în camera cu ceață.

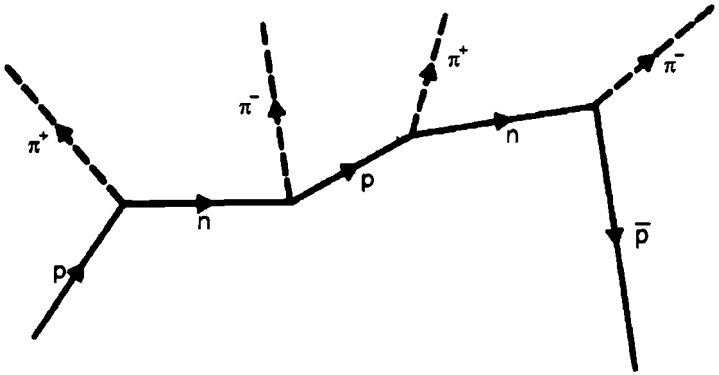
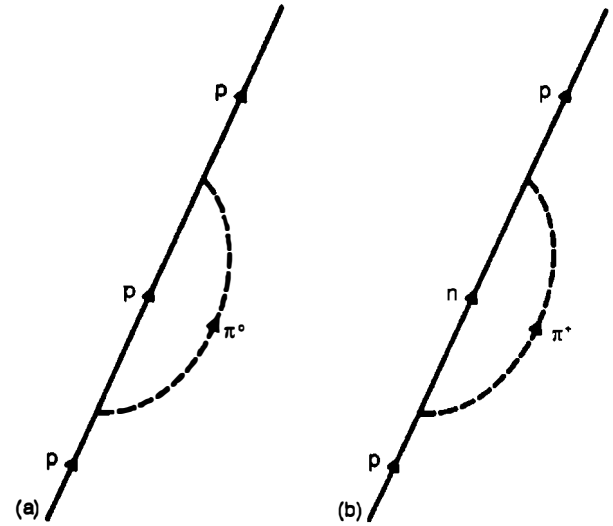
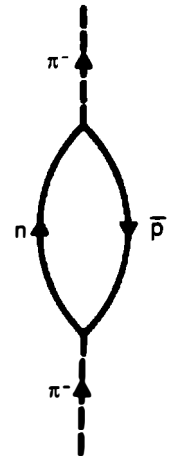


Diagrama Feynman corespunzătoare procesului ilustrat.



Diagrame Feynman corespunzătoare proceselor prin care un proton emite şi reabsoarbe pionl virtuall.

În cadrul proceselor virtuale particula inițială poate dispărea complet pentru scurt timp, ca în diagrama următoare. Un pion negativ, pentru a da un alt exemplu, poate crea un neutron (n) și un antiproton ($\bar{p}$) care apoi se anihilează reciproc pentru a restabili pionul inițial.

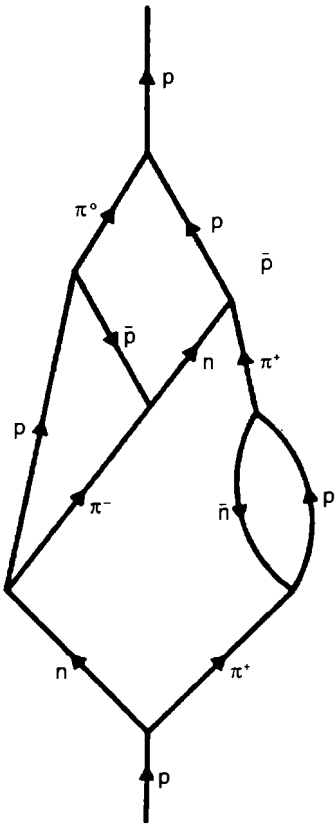


Crearea unei perechi virtuale neutron–antiproton.

Este important de observat că toate aceste procese se supun legilor teoriei cuantice și astfel reprezintă, deci, mai degrabă tendințe sau probabilități decât procese reale. Orice proton există potențial, adică există cu o anumită probabilitate, sub forma unei perechi proton–π^0, sub forma unei perechi neutron–π^+ sau sub multe alte forme. Exemplele de mai sus nu reprezintă decât cele mai simple procese virtuale. Atunci când particulele virtuale creează alte particule virtuale, generând un întreg sistem de interacții virtuale*, apar structuri mult mai complicate. În cartea sa *Lumea Particulelor Elementare*, Kenneth Ford construiește un exemplu de asemenea sistem ce implică crearea și anihilarea a unsprezece particule virtuale; comentariul său „Diagrama înfățișează o succesiune de-a dreptul înfiorătoare, dar reală, de evenimente. Fiecare proton imită ocazional acest dans al creației și distrugerii."[1]

Ford nu este singurul fizician care a folosit expresii ca „dans al creației și distrugerii" și „dans al energiei". Noțiunile de ritm și dans apar natural în mintea oricui încearcă să își imagineze fluxul de energie ce străbate structurile care

* Trebuie menționat faptul că posibilitățile nu sunt complet arbitrare, căci legile generale, ce urmează a fi discutate în următorul capitol, impun anumite restricții.



O rețea de interacții virtuale (Ford, op.cit).

formează lumea particulelor. Fizica modernă a demonstrat că mişcarea şi ritmul sunt proprietăți esențiale ale materiei, că materia, indiferent dacă este vorba de cea de pe Pământ sau din spațiul cosmic, participă la un neîntrerupt dans cosmic.

Filosofii mistici din Orient au o viziune dinamică asupra Universului similară concepției datorate teoriilor ştiințifice móderne şi, în consecință, nu surprinde deloc faptul că au folosit şi ei metafora dansului pentru a exprima intuiția naturii. O frumoasă exemplificare a imaginii ritmului şi dansului este dată de Alexandra David-Neel în cartea ei *Călătorie în Tibet*, în care povesteşte întâlnirea cu un călugăr lama care s-a numit pe sine „maestru al sunetului" şi i-a prezentat concepția sa asupra materiei, astfel:

Toate lucrurile sunt agregări de atomi care dansează şi ale căror mişcări emit sunete. Când ritmul dansului se schimbă, se schimbă şi sunetul emis... Fiecare atom îşi cântă fără încetare cântecul, iar sunetul creează în fiecare moment forme dense şi subtile.[2]

Similitudinea dintre cele două concepții devine încă mai pregnantă dacă ne amintim că sunetul este o undă caracterizată de o anumită frecvență ce se modifică odată cu tonalitatea şi că particula, echivalentul modern al noțiunii de atom, este o undă cu frecvența proporțională cu energia respectivului atom. Conform teoriei câmpului, fiecare particulă „își cântă fără încetare cântecul" producând structuri ritmice de energie (particule virtuale) în „forme dense şi subtile".

Metafora dansului cosmic şi-a găsit cea mai frumoasă şi mai profundă expresie în imaginea hinduistă a zeului dansator Shiva. Într-una din numeroasele sale încarnări, Shiva, unul din cei mai vechi şi mai populari zei ai Indiei, apare ca Rege al Dansatorilor. Conform credinței hinduiste, viața este numai o parte a unui proces ritmic de creare şi distrugere, de moarte şi renaştere, iar dansul lui Shiva simbolizează acest ritm etern viață–moarte care se derulează ciclic. Aşa cum spune Ananda Coomaraswamy,

> *În noaptea lui* Brahman *Natura este inertă; dansul ei nu începe până ce* Shiva *nu porunceşte. El se trezeşte din al său extaz şi, dansând, transmite materiei inerte valuri de sunete spre a o trezi; şi, iată!, materia însăşi se unduieşte ca o aură în jurul creştetului Său. Prin jocul Său, El susține varietatea fenomenelor. Iar la sfârşitul timpului, încă dansând, El ucide prin foc toate numele şi formele dăruindu-le odihna. Aceasta nu-i doar poezie, ci şi ştiință.*[3]

Dansul lui Shiva nu simbolizează numai ciclurile cosmice de creație şi distrugere, ci şi ritmul zilnic al naşterii şi morții pe care mistica indiană îl consideră fundamentul existenței. În acelaşi timp, Shiva ne reaminteşte că formele sunt *maya* – iluzorii şi mereu schimbătoare – pe măsură ce

le generează şi le dizolvă în neîncetata unduire a dansului său. Aşa cum a spus şi Heinrich Zimmer:

> *Gesturile sale, sălbatice şi pline de graţie, precipită iluzia cosmică; braţele şi picioarele sale în unduire, legănarea torsului său, creează şi distrug fără încetare Universul, menţinând balanţa viaţă-moarte, anihilând ceea ce au generat.*[4]

Artiştii indieni din secolul al X-lea şi al XII-lea au reprezentat dansul cosmic al lui Shiva prin monumentale sculpturi în bronz ale dansatorului cu patru braţe, ale cărui gesturi perfect cumpănite şi totuşi extrem de dinamice exprimă ritmul şi unitatea Vieţii. Detaliile acestor figuri exprimă alegoric variatele semnificaţii ale acestui dans. Braţul drept ridicat al zeului ţine o tobă ce simbolizează sunetul primordial al creaţiei, braţul stâng, o flacără – simbolul distrugerii. Echilibrul celor două braţe reprezintă echilibrul creaţiei şi al distrugerii, accentuat de expresia calmă şi detaşată întipărită pe chipul zeului; prin acest echilibru se dizolvă şi se transcende polaritatea creaţie–distrugere. Celălalt braţ drept face semnul „nu te teme", simbol al protecţiei şi păcii, în timp ce al doilea braţ stâng arată în jos, spre piciorul stâng ridicat, care simbolizează eliberarea de imperiul *maya*. Zeul dansează pe trupul unui demon, simbolul ignoranţei omeneşti care trebuie înlăturată spre a se atinge eliberarea.

Dansul lui Shiva este – aşa cum spune Coomaraswamy – „cea mai clară imagine a actului divin cu care se poate mândri o religie sau o artă."[5] Cum zeul este personificarea lui *Brahman*, actul său este expresia nenumăratelor manifestări ale lui *Brahman* în lume. Dansul lui Shiva simbolizează dinamica întregului Univers, nesfârşitul flux de energie care ia o infinitate de forme ce se topesc una în alta.

Fizica modernă a demonstrat că ritmul creației și al distrugerii nu se manifestă doar în succesiunea anotimpurilor, în nașterea și moartea lumii vii, ci și la nivelul materiei anorganice. Conform teoriei cuantice a câmpului, toate interacțiile dintre constituenții materiei se produc prin emisia și absorbția unor particule virtuale. Mai mult decât atât, dansul creației și al anihilării stă la originea existenței, de vreme ce particulele materiale „auto-interacționează" emițând și reabsorbind particule virtuale. Fizica modernă a demonstrat, astfel, că fiecare particulă participă nu doar la dansul energiei, ci *este* chiar ea însăși un dans al energiei; un proces pulsatoriu al creării și distrugerii.

Schemele acestui dans reprezintă un aspect esențial al naturii particulei și determină multe dintre proprietățile acesteia. De exemplu, energia implicată în emisia și absorbția particulelor virtuale este echivalentă cu un cuantum al masei ce contribuie la masa particulei care auto-interacționează. Particulele diferite dezvoltă în dansul lor diferite structuri; acestea presupun cantități diferite de energie și, de aceea, particulele respective au mase diferite. În sfârșit, particulele virtuale reprezintă o categorie esențială a interacțiilor dintre particule și a proprietăților lor; dar nu numai atât – pe ele le creează și le distruge vidul. Iată că nu numai materia, ci și vidul participă la dansul cosmic, creând și distrugând fără încetare structuri energetice.

Așadar, pentru fizicianul modern, dansul lui Shiva este dansul materiei subatomice. Ca și în mitologia hindusă, este un dans neîntrerupt al creării și al distrugerii în care este implicat întregul cosmos, esența întregii existențe. Cu sute de ani în urmă artiștii indieni au modelat dansul lui Shiva în bronz. În vremurile noastre, fizicienii utilizează o tehnologie avansată spre a dezvălui același dans cosmic. Fotografiile luate în camera cu bule – mărturie a ritmului nesfârșit al creației și distrugerii în Univers – reprezintă imagini ale

dansului lui Shiva egale în frumusețe şi bogăție de sensuri cu acelea ale artiştilor indieni. Astfel, metafora dansului cosmic uneşte mitologia, arta religioasă şi fizica modernă. Este, într-adevăr, aşa cum spunea Coomaraswamy, „poezie, dar nu mai puțin ştiință."

16 Simetria de quark, un nou *koan*?

Lumea subatomică este o lume a ritmului, mişcării şi permanentei transformări. Şi totuşi, departe de arbitrar şi haotic, ea îşi urmează cursul după scheme clare şi bine definite. Un prim argument în acest sens: toate particulele de un anumit tip sunt complet identice; au exact aceeaşi masă, sarcină electrică şi alte câteva proprietăţi identice. Mai mult, toate particulele încărcate poartă sarcini electrice egale (şi, uneori, de semn opus) cu aceea a electronului, sau de două ori mai mari. Aceeaşi observaţie este valabilă şi pentru alte mărimi ce reprezintă atribute ale particulelor; faptul că acestea nu iau valori arbitrare, ci numai valori dintr-o gamă limitată, ne permite să grupăm particulele în câteva „familii" distincte. Astfel, ajungem să ne punem întrebarea: cum apar aceste structuri bine definite în lumea dinamică şi schimbătoare a particulelor?

Apariţia entităţilor definite în structura materiei nu constituie un fenomen nou; el a fost observat deja la nivelul atomilor. Ca şi particulele subatomice, atomii de un anumit tip sunt perfect identici şi aceasta a făcut ca diferitele tipuri de atomi, adică elementele chimice, să poată fi clasificaţi în tabelul periodic al elementelor pe grupe. Această clasificare este astăzi bine înţeleasă; ea se bazează pe numărul de protoni şi neutroni prezenţi în nuclee şi pe distribuţia electronilor pe orbite sferice sau „straturi", în jurul nucleelor. Aşa cum am mai arătat, natura ondulatorie a electronilor este răspunzătoare de restrângerea razei orbitei electronice

şi a rotaţiei unui electron pe o anumită orbită, la un set de valori definite corespunzător vibraţiilor specifice ale undelor electronice. În consecinţă, în atomi iau naştere structuri caracterizate printr-un set de „numere cuantice" care reflectă modurile de vibraţie ale undelor electronice pe orbitele atomice. Aceste vibraţii determină „stările cuantice" ale unui atom şi atestă faptul că doi atomi aflaţi amândoi în „starea fundamentală" sau în aceeaşi „stare excitată" vor fi complet identici.

Structurile lumii particulelor prezintă multe asemănări cu acelea ale lumii atomilor. Iată, de exemplu, cele mai multe particule se rotesc în jurul axei proprii ca nişte sfârleze. Rotaţiile lor sunt caracterizate prin mărimi fizice care iau valori bine definite, neputând fi decât multipli întregi ai unei anume entităţi. Astfel, barionii nu pot avea decât spin 1/2, 3/2, 5/2 etc., în timp ce mezonii au spin 0, 1, 2 etc. Aceasta aminteşte foarte clar de rotaţiile electronilor pe orbitele atomice, rotaţii descrise de mărimi care iau numai valori întregi.

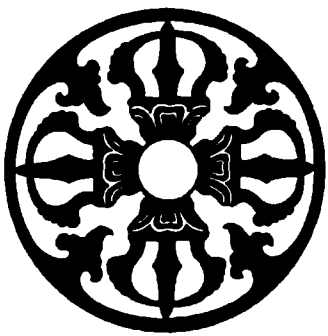
Analogia cu structurile atomice este accentuată de faptul că toate particulele supuse interacţiilor tari, adică hadronii, par să se clasifice în grupe ale căror membri prezintă proprietăţi identice, cu excepţia masei şi a spinului. Acei membri care au masele cele mai mari sunt particulele cu viaţă extrem de scurtă, aşa-numitele particule „de rezonanţă", puse în evidenţă în număr mare, în ultimul deceniu. Masele şi spinii particulelor de rezonanţă cresc în grupă după o regulă precisă, astfel încât grupa respectivă rămâne deschisă şi pare a se extinde la infinit. Aceste regularităţi sugerează o analogie cu stările excitate ale atomilor, fapt care i-a determinat pe fizicieni să nu considere hadronii grei drept particule diferite, ci mai degrabă stări excitate ale hadronilor uşori. Ca şi atomii, hadronii pot exista în stări excitate cu viaţă extrem de scurtă, rotaţie rapidă (valoare mare a spinului) şi energie (sau masă) mare.

Similitudinea dintre stările cuantice ale atomilor şi hadronilor sugerează faptul că şi hadronii sunt entităţi compuse, cu structură internă, care admit „stări excitate",

deci sunt capabili să absoarbă energie pentru a forma structuri variate. La ora actuală nu înțelegem, totuşi, cum sunt formate aceste structuri. În fizica atomică ele se explică în termenii proprietăților şi ai interacțiilor dintre constituenții atomici (protonii, neutronii şi electronii), dar în fizica particulelor o asemenea explicație nu este încă posibilă. Entitățile descoperite în domeniul particulelor au fost studiate şi clasificate empiric; proprietățile lor nu pot încă să fie stabilite pe baza structurii lor. Dificultatea esențială cu care se confruntă fizicianul constă în aceea că în domeniul particulelor subatomice nu se mai poate opera cu noțiunea clasică de „obiect" compus, de corp alcătuit dintr-un set de „părți elementare". Singura cale de a descoperi „constituenții" acestor particule este aceea de a le sparge, antrenându-le în procese de ciocnire la energii înalte. Dar fragmentele rezultate în urma acestor procese nu sunt niciodată „bucăți mai mici" ale particulelor inițiale. Doi protoni pot genera o întreagă varietate de fragmente care se ciocnesc cu viteze mari, dar niciodată nu se vor găsi „fracțiuni de proton" printre ele. Fragmentele acestea vor fi întotdeauna hadroni întregi, formați din energia cinetică şi masa implicată în ciocnirea protonilor. Descompunerea unei particule în „părțile constituente" este, astfel, departe de a fi un fenomen definit, căci depinde de nivelul energiei implicate în procesul de ciocnire. Este vorba aici despre o problemă esențial relativistă, căci structurile energetice dinamice se dizolvă şi se formează din nou, iar conceptele strict statice de obiect compus şi părți constituente nu mai pot fi aplicate. „Structura" unei particule subatomice poate fi înțeleasă numai într-un sens dinamic, în termenii proceselor şi interacțiilor.

Modul în care se fragmentează particulele în procesele de coliziune este determinat de anumite legi; cum fragmentele rezultate sunt particule de acelaşi tip cu cele inițiale, respectivele legi pot fi utilizate pentru a descrie regularitățile observate în lumea particulelor. În anii '60, când au fost descoperite cele mai multe particule şi au fost clasificate în „familii", după cum era de aşteptat, cei mai

mulți fizicieni şi-au concentrat eforturile în direcția stabilirii regularităților, mai mult decât în direcția abordării problemei dificile a descoperirii cauzelor dinamice care duc la formarea particulelor. Şi cercetările lor au fost încununate de succes.

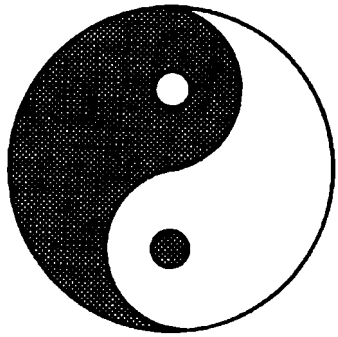


Noțiunea de simetrie a jucat un rol important în cadrul acestor cercetări. Generalizarea şi abstractizarea conceptului de simetrie au permis fizicienilor să dezvolte un instrument puternic care s-a dovedit foarte util în clasificarea particulelor. Simetria este asociată în experiența zilnică reflexiei în oglindă; se spune despre o figură că este simetrică, dacă trasând o linie care împarte figura în două jumătăți, se constată că fiecare este exact imaginea în oglindă a celeilalte. Există figuri (ca diagrama alăturată) din simbolistica budistă care admit mai multe linii de simetrie, deci au un grad de simetrie mai înalt.

Reflexia nu este, totuşi, singura operație asociată cu simetria. Se mai spune despre o figură că este simetrică şi dacă arată la fel după ce a fost rotită cu un anumit unghi. Forma diagramei chineze *yin–yang* din figura următoare prezintă acest tip de simetrie de rotație.

În fizica particulelor, simetria nu este asociată numai cu reflexia şi rotația, ci şi cu multe alte operații realizate atât în spațiul (şi timpul) comun, cât şi în spații matematice abstracte. Ele se aplică particulelor sau grupurilor de particule şi întrucât proprietățile acestora sunt inseparabil legate de interacțiile dintre ele, relațiile de simetrie se aplică şi interacțiilor, adică

proceselor în care sunt implicate particule. Motivul care face ca operațiile de simetrie să fie atât de utile constă în aceea că ele sunt legate de „legile de conservare". Orice proces care are loc în lumea particulelor şi prezintă un grad de simetrie implică neapărat „conservarea" unei mărimi; adică există o mărime care rămâne constantă pe durata procesului. Aceste mărimi sunt elemente constante în lumea complexă a materiei subatomice şi, astfel, se dovedesc ideale în descrierea interacțiilor. Unele mărimi se conservă în toate interacțiile, altele doar în anumite interacții astfel încât fiecare proces este asociat cu un set de mărimi care se conservă.



Aşadar, simetria la nivelul proprietăților particulelor se traduce prin legi de conservare a unor mărimi în cadrul proceselor de interacție. Fizicienii operează cu ambele concepte, referindu-se când la simetria unui proces, când la legea de conservare corespunzătoare, după cum este mai convenabil în cazul particulelor respective.

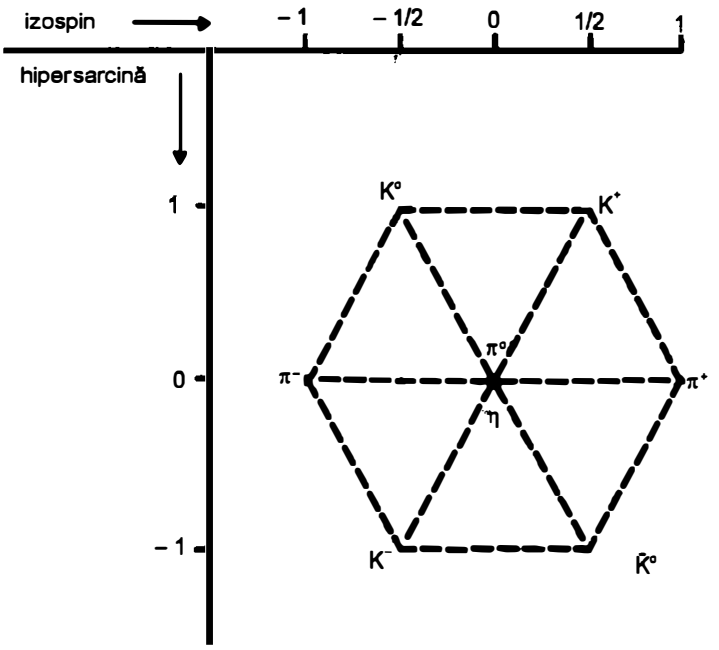
Există patru legi de conservare valabile pentru toate procesele, trei dintre ele legate de operații de simetrie simple în spațiul şi timpul comun. Toate interacțiile dintre particule sunt simetrice în raport cu poziția lor în spațiu – ceea ce înseamnă că ele arată la fel indiferent dacă se petrec la Londra sau la New York. Sunt, de asemenea, simetrice în raport cu poziția lor în timp, ceea ce înseamnă că se vor desfăşura la fel lunea ca şi miercurea. Prima dintre legile de simetrie amintite aici este legată de conservarea impulsului, cea de-a doua fiind legea de conservare a energiei. Aceasta înseamnă că impulsul total al particulelor implicate în interacție şi energia totală (incluzând masa), vor fi aceleaşi înainte şi după interacție. A treia simetrie este legată de orientarea în spațiu. Într-un proces de ciocnire nu contează

dacă particulele se apropie unele de altele pe direcția nord-sud sau est-vest. În consecință, momentul cinetic total de rotație (care include spinii particulelor) se conservă întotdeauna. În sfârşit, ultima lege de conservare se referă la sarcina electrică. Este legată de o operație de simetrie mai complicată, dar este foarte simplă ca formulare: sarcina electrică totală a particulelor implicate în interacție rămâne constantă.

Există mai multe legi de conservare corespunzătoare operațiilor de simetrie ce se desfăşoară în spații matematice abstracte ca aceea legată de conservarea sarcinii. Unele din ele, atât cât ştim astăzi, sunt valabile pentru toate interacțiile, altele doar pentru anumite interacții (pentru interacțiile tari şi electromagnetice, dar nu şi pentru cele slabe). Mărimile care se conservă sunt privite ca nişte „sarcini abstracte". Deoarece iau întotdeauna valori întregi (±1, ±2 etc.) sau „semiîntregi" (±1/2, ±3/2, ±5/2 etc.), sunt numite numere cuantice, prin anologie cu numerele cuantice din fizica atomică. În concluzie, fiecare particulă se caracterizează printr-un set de numere cuantice care, pe lângă masă, definesc complet proprietățile particulelor.

Hadronii, de exemplu, sunt caracterizați de anumite valori ale „izospinului" şi „hipersarcinii", două numere cuantice care se conservă în interacțiile tari. Dacă cei opt mezoni trecuți în tabelul din figura anterioară sunt aranjați după valorile celor două numere cuantice, ei se vor dispune după o schemă hexagonală cunoscută sub numele de „octetul mezonilor". Acest aranjament prezintă un mare grad de simetrie; de exemplu, particulele şi antiparticulele ocupă poziții opuse în hexagon – cele două particule din centru fiind propriile lor antiparticule. Cei mai uşori opt barioni formează exact aceeaşi diagramă, numită „octetul barionilor". De această dată, însă, antiparticulele nu sunt conținute în octet, ci formează un „anti-octet" identic (vezi figura următoare, *a*). Barionul rămas în tabel, omega, aparține unei scheme diferite, numite „decupletul barionilor" (vezi figura următoare, *b*), împreună cu nouă particule de rezonanță. Toate particulele care aparțin unei diagrame de simetrie date

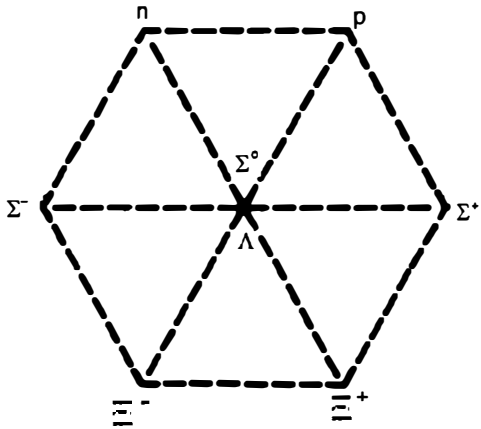
au numere cuantice identice, în afara izospinului şi a hipersarcinii care, de altfel, le şi indică poziţiile în schema din figură.



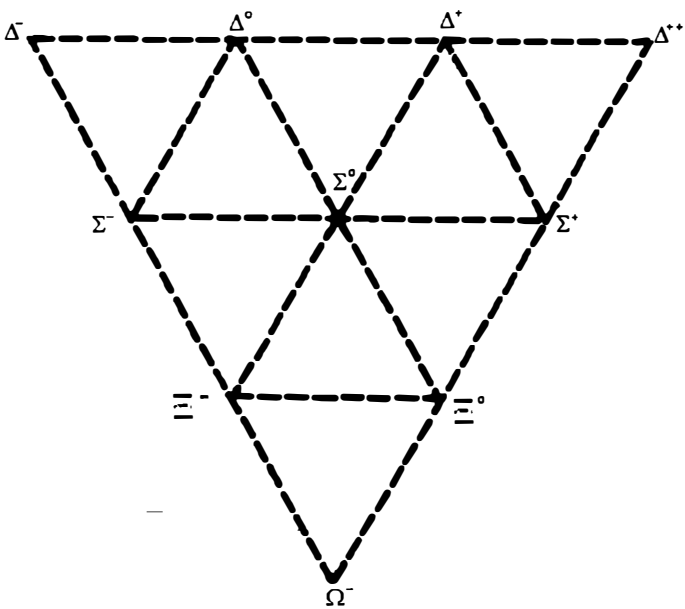
Octetul mezonilor.

De exemplu, toţi mezonii din octet au spinul zero (nu se rotesc deloc în jurul axei proprii); barionii din octet au spinul 1/2, iar cei din decuplet, 3/2.

Numerele cuantice permit ordonarea particulelor în familii care formează elegante structuri simetrice, stabilirea locurilor ocupate de fiecare particulă în schema şi clasificarea diferitelor interacţii făcându-se în funcţie de legile de conservare pe care le respectă. Se dovedeşte, astfel, utilitatea celor două concepte corelate – simetria şi conservarea – în exprimarea regularităţilor specifice domeniului particulelor.



a



b

a – octetul barionilor; *b* – decupletul barionilor.

Surprinzător este faptul că aceste regularități pot fi reprezentate într-un mod extrem de simplu dacă se presupune că hadronii sunt constituiți dintr-un număr mic de entități elementare care până acum s-au sustras observației. Când le-a postulat existența, Murray Gell-Mann le-a dat numele bizar de „quark-uri", pornind de la câteva cuvinte din nuvela lui James Joyce *Veghea lui Finnegan,* „Trei quark-uri pentru Muster Mark". Gell-Mann a reuşit să explice un mare număr de structuri hadronice, cum sunt octeții şi decupleții prezentați mai sus, asociind numere cuantice celor trei quark-uri şi trei antiquark-uri şi apoi plasând aceste blocuri de construcție în variate combinații pentru a forma barioni şi mezoni ale căror numere cuantice se obțin apoi prin simpla însumare a numerelor cuantice ale quark-urilor constituente. Din această perspectivă se poate spune că barionii sunt „compuşi din" trei quark-uri, antiparticulele lor din antiquark-urile corespunzătoare, iar mezonii dintr-un quark şi un antiquark.

Simplitatea şi eficiența modelului sunt frapante, dar din momentul în care quark-urile sunt considerate constituenți fizici, reali, ai hadronilor apar mari dificultăți. Până acum nu s-a reuşit spargerea hadronilor în quark-urile constituente, în ciuda bombardării lor cu particule accelerate la cele mai mari energii posibile, ceea ce arată că între quark-uri se exercită forțe extrem de puternice. După cum înțelegem astăzi particulele şi interacțiile dintre ele, aceste forțe implică existența altor particule şi deci quark-urile ar trebui să prezinte o structură, ca toate celelalte particule supuse interacțiilor tari. Dar, conform modelului despre care am vorbit, quark-urile nu au structură, sunt entități punctiforme. Datorită acestei dificultăți de principiu nu a fost posibil până acum să se formeze un model al quark-urilor care să explice simetria şi forțele de legătură.

În ceea ce priveşte latura experimentală, în ultimul deceniu quark-urile au fost „vânate" cu înfrigurare, dar până acum, fără succes. Dacă ar exista într-adevăr quark-uri de sine stătătoare, ar trebui să poată fi remarcate, căci conform modelului Gell-Mann, ar prezenta proprietăți stranii, cum ar fi sarcina electrică egală cu 1/3 şi respectiv 2/3 din sarcina electronului, sarcini care nu au fost puse în evidență nicăieri în lumea particulelor. Până acum, în ciuda căutărilor intense,

nu au fost observate particule cu asemenea proprietăți. Eşecul repetat în ceea ce priveşte detectarea lor, adăugat contradicțiilor teoretice serioase, pune sub un mare semn de întrebare existența quark-urilor.

În schimb, în ceea ce priveşte explicarea regularităților pe care le evidențiază lumea particulelor, modelul quark-urilor continuă să fie un succes, chiar dacă nu mai este folosit în forma sa simplă, originară. În modelul lui Gell-Mann toți hadronii puteau fi constituiți din trei tipuri de quark-uri şi din antiquark-rile corespunzătoare; dar în acelaşi timp, a fost necesar să se postuleze existența altor quark-uri pentru a explica marea varietate de structuri hadronice. Primele trei quark-uri au fost notate arbitrar cu *u*, *d* şi *s* pentru *up* („sus"), *down* („jos") şi *strange* („straniu"). O primă extindere a modelului prin aplicarea ipotezei de quark întregului sistem de date pe care le deținem despre particule, a apărut ca o consecință a cerinței ca fiecare quark să apară în trei variante sau „culori" diferite. Desigur că termenul „culoare" este utilizat aici în mod cu totul arbitrar şi nu are nimic de-a face cu noțiunea de culoare. Conform modelului quark-urilor colorate, barionii conțin trei quark-uri de diferite culori, în timp ce mezonii sunt compuşi dintr-un quark şi un antiquark de aceeaşi culoare.

Introducerea proprietății de culoare a crescut numărul total de quark-uri la nouă şi recent a fost postulată existența unui alt quark care apare în trei culori. Fizicienii, cu obişnuita lor predilecție pentru denumiri bizare, l-au numit *c*, de la *charm* („farmec"). Astfel, s-a ajuns la un număr de douăsprezece quark-uri – patru tipuri, fiecare apărând în câte trei variante cromatice. Pentru a distinge tipurile de quark-uri de variantele de culoare, s-a introdus termenul de „aromă" şi astăzi se vorbeşte despre quark-uri de diferite arome şi culori.

Marele număr de regularități ce pot fi descrise pe baza modelului acestor douăsprezece quark-uri este de-a dreptul impresionant*. Nu există nici o îndoială că hadronii

---

* Vezi *Postfața* pentru discuția detaliată a celor mai recente dezvoltări ale modelului quark-urilor.

prezintă „simetrii de quark" şi chiar dacă nivelul actual de înţelegere a particulelor şi a interacţiilor dintre ele exclude existenţa fizică a quark-urilor, hadronii se comportă adesea de parcă ar fi compuşi din constituenţi elementari, punctiformi. În jurul modelului quark-urilor s-a creat o situaţie paradoxală care aminteşte de începuturile fizicii atomice, când situaţii nu mai puţin contradictorii i-au condus pe fizicieni la revoluţionarea concepţiei lor despre atomi. Paradoxul quark-urilor are toate trăsăturile unui nou *koan* care ar putea conduce la o nouă răsturnare a concepţiilor privind domeniul particulelor subatomice. De fapt, răsturnarea de care am amintit nici nu este departe, după cum vom vedea în capitolele următoare. Câţiva fizicieni sunt pe cale să rezolve *koan*-ul quark-urilor şi astfel, să lanseze idei cu totul noi despre natura realităţii fizice.

Descoperirea structurilor simetrice în lumea particulelor i-a determinat pe mulţi fizicieni să creadă că aceste structuri reflectă legile fundamentale ale naturii. În ultimii 15 ani s-au făcut eforturi considerabile în direcţia găsirii „simetriei fundamentale" ultime despre care se presupune că ar reuni sub incidenţa sa toate particulele cunoscute şi astfel ar „explica" structura materiei. Acest scop reflectă o atitudine filosofică moştenită de la grecii antici şi cultivată de-a lungul multor secole. Simetria, alături de geometrie, a jucat un rol important în ştiinţa, filosofia şi arta greacă, fiind identificată cu frumuseţea, armonia şi perfecţiunea. Astfel, pitagoricienii considerau că structura simetrică reprezintă esenţa tuturor lucrurilor; Platon credea că atomii celor patru elemente au format corpurile solide regulate şi cei mai mulţi astronomi greci credeau că toate corpurile cereşti se deplasează pe orbite circulare, deoarece cercul este figura geometrică cu simetria cea mai înaltă.

Atitudinea faţă de conceptul de simetrie caracteristică filosofiei orientale se află în contrast izbitor cu aceea a grecilor din antichitate. În tradiţiile mistice din Extremul Orient apar adesea figuri simetrice care slujesc drept simboluri sau suport al meditaţiei, dar conceptul de simetrie pare să nu joace un rol prea important în filosofia lor. Ele consideră că acest concept, ca şi, geometria, este mai mult o construcţie a mentalului decât o proprietate a naturii şi, de

aceea, nu are importanță fundamentală. În consecință, în multe din formele artei se manifestă predilecție spre asimetrie şi se evită formele geometrice regulate. Picturile chineze şi japoneze inspirate de filosofia Zen, executate adesea în stilul numit „al unui singur colț", ca şi aranjarea neregulată a lespezilor de piatră în grădinile japoneze sunt dovezi ale acestui aspect al culturii Extremului Orient.

S-ar părea că goana după simetrii fundamentale în fizica particulelor este o reminiscență a moştenirii elene, într-un anume fel inconsistența cu concepția despre lume datorată ştiinței moderne. Accentuarea simetriei nu reprezintă, totuşi, singura caracteristică a fizicii particulelor. În contrast cu abordarea „statică" a simetriei, şcoala care porneşte de la un punct de vedere „dinamic" în cercetarea realității nu consideră că particulele sunt elemente fundamentale ale naturii, ci îşi propune să le înțeleagă din perspectiva dinamicii şi a interacției prezente la nivelul lumii atomice. Ultimele două capitole ale acestei cărți vor prezenta concepția total diferită despre simetrie şi despre legile naturii pe care a elaborat-o această şcoală, descrisă până acum şi se află în acord perfect cu filosofia orientală.

17 structuri ale schimbării

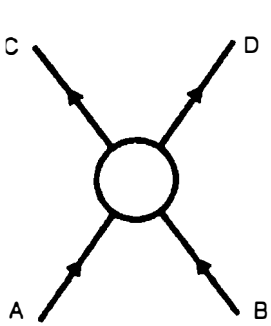
Explicarea în termenii unui model dinamic a relațiilor de simetrie care se manifestă în lumea particulelor, adică descrierea interacțiilor dintre ele, constituie una din sarcinile cele mai importante pentru fizica de azi. În ultimă instanță, problema se reduce la tratarea lor simultană dintr-o perspectivă dublă, cuantică şi relativistă. Se pare că structurile de particule reflectă „natura cuantică" a acestora, căci respectivele structuri sunt similare celor întâlnite în domeniul atomilor. Dar particulele subatomice nu pot fi considerate unde şi tratate din perspectivă exclusiv cuantică, deoarece energiile implicate sunt atât de mari încât impun luarea în considerare a teoriei relativității. Numai un model „cuantic-relativist" ar putea explica pe deplin simetria observată.

Teoria cuantică a câmpului a fost primul model de acest fel. El descrie excelent interacțiile electromagnetice dintre electroni şi fotoni, dar mai puțin satisfăcător interacțiile tari* Pe măsură ce au fost descoperite tot mai multe particule supuse interacțiilor tari, s-a dovedit că ipoteza existenței a câte unui câmp fundamental corespunzător fiecăreia dintre ele este total nesatisfăcătoare; când lumea particulelor s-a înfățişat ca o rețea complexă de procese intercorelate, a fost necesar să se găsească alte modele care să descrie această realitate dinamică, aflată în continuă

* Vezi *Postfața* pentru discuția detaliată a acestui aspect.

transformare. Era nevoie de un formalism matematic capabil sa descrie în mod dinamic imensa varietate de structuri hadronice, continua lor transformare dintr-una în alta, interacţia prin transferul altor particule, formarea unor „stări legate" din doi sau mai mulţi hadroni şi dezintegrarea cu formarea altor combinaţii de particule. Toate aceste procese, numite adesea „reacţii", reprezintă caracteristici esenţiale ale interacţiilor tari şi trebuie justificate în cadrul unui model cuantic-relativist al hadronilor.

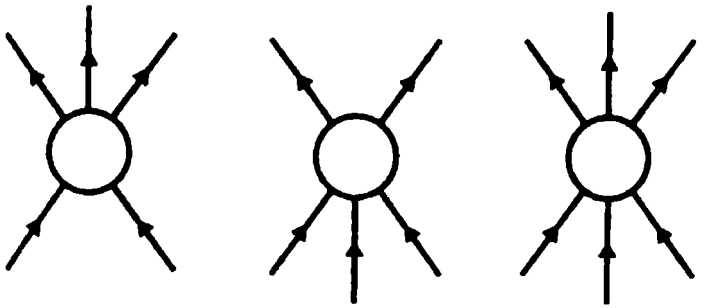
Cel mai adecvat cadru teoretic pentru descrierea hadronilor şi a interacţiilor lor pare a fi aşa-numita „teorie a matricei S". Conceptul-cheie, acela de „matrice S", a fost propus de Heisenberg în 1943; în ultimele două decenii el a fost dezvoltat şi a devenit o structură matematică complexă, ideală pentru descrierea interacţiilor tari. Matricea S reuneşte probabilităţile tuturor reacţiilor posibile între hadroni. Numele şi-l datorează faptului că întregul ansamblu de reacţii hadronice posibile poate fi imaginat ca o structură matriceală infinită. Litera S este o reminiscenţă a numelui original „matrice de împrăştiere"* şi se referă la procesele de ciocnire – sau „împrăştiere" – care reprezintă majoritatea reacţiilor în care sunt implicate particule.



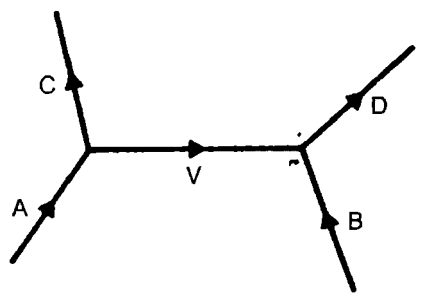
În practică, evident că nimeni nu va fi interesat de întreaga colecţie de procese hadronice, ci doar de anumite reacţii. De aceea, nimeni nu va opera cu matricea întreagă, ci numai cu acele părţi sau „elemente" ale ei care se referă la procesele considerate. Acestea sunt reprezentate simbolic prin diagrame, ca cea alăturată, care ilustrează schematic una din cele mai generale reacţii: două particule *A* şi *B* se ciocnesc. în urma ciocnirii rezultând particulele *C* şi *D*.

* În engleză, *scattering* (*N. T.*)

Procesele mai complicate implică un număr mai mare de particule şi sunt reprezentate prin diagrame ca următoarele:



Trebuie subliniat faptul că diagramele de tip matrice S sunt complet diferite de diagramele Feynman din teoria câmpului. Ele nu spun nimic despre mecanismul detaliat al reacţiei, ci specifică doar particulele care intră şi ies din reacţie. Iată, de exemplu, procesul standard $A + B \rightarrow C \pm D$ poate fi reprezentat în teoria câmpului prin schimbul unei particule virtuale V, în timp ce în formalismul matricei S se desenează numai un cerc, fără a se specifica ce se petrece în interiorul său. În plus, diagramele formalismului matricei S nu sunt diagrame spaţiu-timp, ci doar reprezentări simbolice ale reacţiilor în care sunt implicate particulele. Nu se consideră că aceste reacţii se desfăşoară în puncte bine definite; ele sunt descrise în termenii vitezelor (mai precis, în termenii impulsurilor) particulelor incidente şi în termenii energiilor lor.



Aceasta înseamnă, evident, că o diagramă din teoria matricei S conţine mult mai puţină informaţie decât o dia-

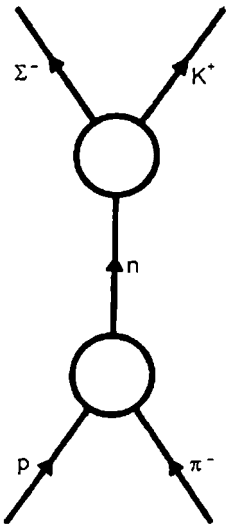
gramă Feynman. În schimb, teoria matricei S evită dificultățile specifice teoriei câmpului. Efectele combinate ale teoriei cuantice şi ale teoriei relativității fac imposibilă localizarea precisă a unei interacții între anumite particule cunoscute. În virtutea principiului de nedeterminare, gradul de incertitudine în stabilirea vitezei particulei creşte cu creşterea preciziei de localizare a regiunii în care se produce interacția, şi, în consecință, creşte astfel şi imprecizia de stabilire a energiei sale cinetice. În cele din urmă, această energie va fi suficientă pentru ca, în conformitate cu teoria relativității, să fie create noi particule şi, prin urmare, nu se mai poate şti sigur dacă este vorba despre reacția originară. De aceea, într-o teorie care combină teoria cuantică şi teoria relativității este imposibil să se specifice cu certitudine poziția unei anumite particule. Dacă acest lucru se realizează totuşi, aşa ca în teoria câmpului, atunci trebuie să ne resemnăm cu ideea existenței contradicțiilor matematice care reprezintă, într-adevăr, principala problemă a teoriilor cuantice de câmp. Teoria matricei S elimină această problemă specificând impulsurile particulelor şi păstrând un grad suficient de ambiguitate în privința indicării zonei în care se produce reacția.

Importanța teoriei matricei S rezidă în faptul că ea determină deplasarea atenției de la obiecte spre evenimente; ea se ocupă în principal de reacțiile particulelor, nu de particulele însele. Deplasarea interesului înspre evenimente este cerută atât de teoria cuantică cât şi de teoria relativității. În cadrul teoriei cuantice s-a arătat că o particulă subatomică trebuie înțeleasă ca manifestare a interacției între diversele procese de măsurare. Nu este vorba atât despre un obiect izolat, cât despre o întâmplare – altfel spus, eveniment – care corelează într-un anume fel alte evenimente. Aşa cum spune Heisenberg,

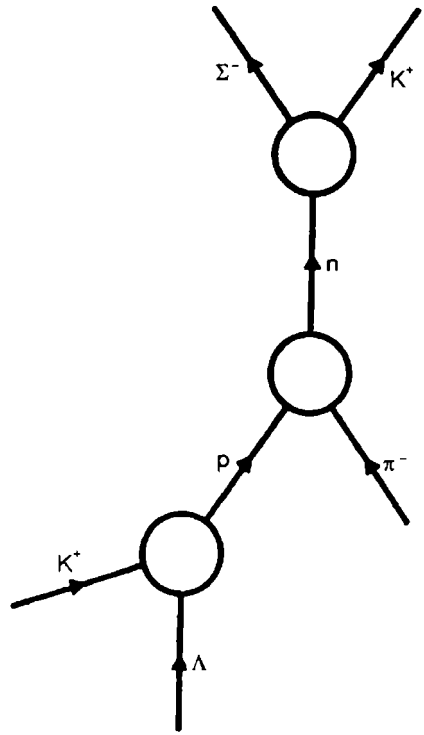
> *Fizica modernă împarte lumea nu în grupe diferite de obiecte, ci în grupe diferite de corelații... Ceea ce se poate distinge este tipul de conexiune, de primă importanță pentru un fenomen... Lumea ne apare astfel ca o rețea complicată de evenimente, în care conexiuni de*

diferite tipuri alternează, se suprapun, sau se combină şi determină astfel aspectul întregului.[1]

Teoria relativităţii ne-a determinat să concepem particulele din perspectiva spaţiu-timpului, ca pe nişte entităţi cvadridimensionale, mai degrabă procese decât obiecte. Abordarea în cadrul formalismului matricei S reuneşte ambele puncte de vedere. Utilizând aparatul matematic al teoriei relativităţii, acest formalism descrie toate proprietăţile hadronilor în termenii reacţiilor (mai precis, în termenii probabilităţilor de reacţie), stabilind o relaţie între particule şi procese. Orice reacţie implică particule care leagă reacţia



(a)



(b)

respectivă de alte reacții și astfel configurează o întreagă rețea de procese interdependente.

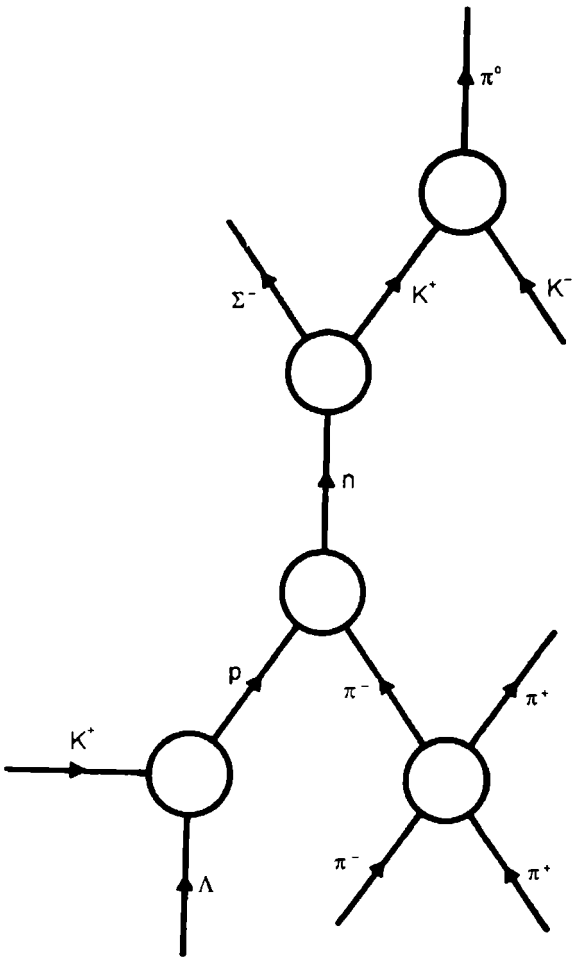
De exemplu, un neutron poate participa la două reacții succesive care implică particule diferite; prima, un proton și o particulă π^-, a doua, o particulă Σ^- și un K^+. Neutronul este legătura dintre aceste două reacții pe care el le integrează într-un proces mai amplu (vezi diagrama (*a*) de la pagina anterioară). Fiecare particulă inițială și finală este implicată la rândul ei în alte reacții; de exemplu, protonul poate rezulta în urma interacției dintre K^+ și o particulă Λ; K^+, din reacția care face obiectul discuției, poate fi legată de un K^- și un π^0; iar π^- de alți trei pioni (vezi diagrama (*b*) de la pagina anterioară).

Astfel, neutronul este văzut ca o parte dintr-o întreagă rețea de interacții, dintr-un „țesut de evenimente", toate descrise de matricea S. Intercorelările într-o asemenea rețea nu pot fi determinate cu certitudine, dar sunt descrise prin probabilități. Fiecare reacție are o anumită probabilitate de apariție, probabilitate care depinde de cantitatea de energie disponibilă și de caracteristicile reacției; aceste probabilități sunt date de diferitele elemente ale matricei S.

Acest mod de abordare ne permite să definim structura unui hadron într-un mod pe de-a-ntregul dinamic. Neutronul din rețeaua noastră poate fi privit ca o „stare legată" a protonului și a particulei π^- din care se formează și, de asemenea, ca stare legată a Σ^- și K^+ în care se dezintegrează. Din orice asemenea combinație de hadroni, ca și din multe altele, se poate forma un neutron și reciproc, se poate spune că aceste combinații sunt componentele „structurii" neutronului. De aceea, structura unui hadron nu este înțeleasă ca un aranjament de părți constituente, ci este dată de toate combinațiile posibile de particule care pot interacționa spre a forma hadronul în discuție.

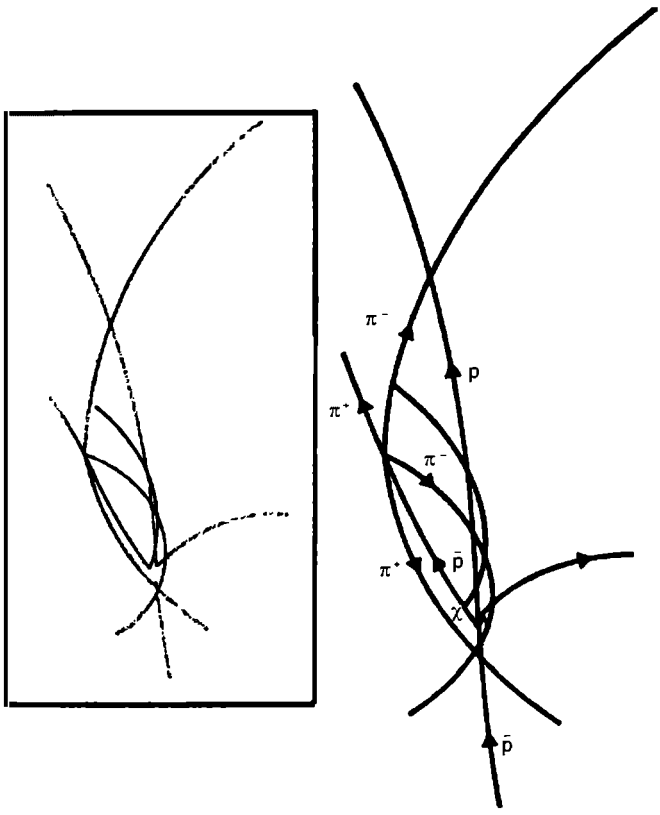
Astfel, un proton există potențial ca o pereche neutron–pion, ca o pereche kaon–lambda ș.a.m.d. Protonul are, de asemenea, capacitatea de a se dezintegra în oricare din aceste combinații, dacă primește suficientă energie. Tendințele hadronului de a exista în numeroase variante sunt exprimate prin probabilitatea reacțiilor respective, toate fiind considerate aspecte ale structurii interne a hadronului.

Definind structura unui hadron ca tendință de a suporta diferite reacții, teoria matricei S conferă conceptului de structură o conotație dinamică. În acelaşi timp, noțiunea de structură astfel definită se află în acord perfect cu observațiile experimentale. Ori de câte ori hadronii suferă ciocniri la energii înalte, ei se dezintegrează în combinații de



alți hadroni; se poate spune astfel că ei „conțin" potențial respectivele combinații de hadroni. Fiecare particulă rezultată în urma unei ciocniri va determina la rândul ei alte reacții, edificând astfel un păienjeniș de evenimente ce poate fi fotografiat în camera cu bule. Figura de mai jos este, ca şi acelea din capitolul 15, un exemplu de asemenea rețea de reacții.

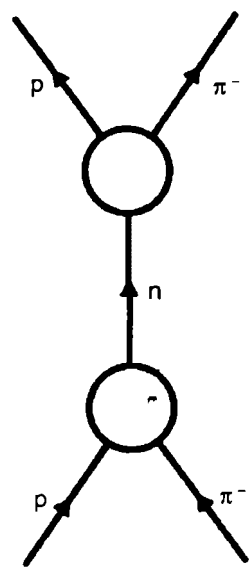
Deşi apariția unei anumite rețele de reacții într-un experiment este o chestiune de şansă, toate rețelele sunt



Rețea de reacții implicând protoni, antiprotoni, o pereche lambda–antilambda şi mai mulți pioni.

structurate după legi precise. Acestea sunt legile de conservare menționate anterior; se pot produce numai acele reacții care respectă conservarea unui set bine precizat de numere cuantice. În primul rând, energia totală trebuie să rămână constantă în orice reacție. Aceasta înseamnă că într-o reacție se poate forma o anumită combinație de particule numai dacă energia intrată în reacție este suficient de mare pentru a putea produce respectivele mase. Mai mult decât atât, particulele rezultate în urma reacției trebuie să însumeze un număr cuantic egal cu cel al particulelor intrate în reacție. De exemplu, un proton și o particulă π^-, totalizând o sarcină electrică egală cu zero, se pot ciocni pentru a forma un neutron și un π^0, dar nu o pereche neutron–π^+, căci aceasta din urmă ar totaliza o sarcină electrică egală cu +1.

Așadar, reacțiile hadronice nu sunt altceva decât un șuvoi de energie în care se creează și se dizolvă particule; dar energia poate curge numai prin anumite „canale" caracterizate prin numere cuantice ce se conservă în interacțiile tari. În teoria matricei S conceptul fundamental este cel de canal de reacție și nu cel de particulă. El este definit ca un set de numere cuantice ce pot caracteriza numeroase combinații de hadroni sau, uneori, chiar un singur hadron. Combinația de hadroni corespunzătoare unui anumit canal este determinată de probabilitate, dar depinde în primul rând de energia disponibilă. Diagrama alăturată reprezintă interacția dintre un proton și un π^- în urma căreia se formează ca stare intermediară un neutron. Astfel, canalul de reacție se compune mai întâi din doi hadroni, apoi dintr-unul singur și în final din perechea



inițială de hadroni. Acelaşi canal poate fi alcătuit, dacă există energia necesară, dintr-o pereche Λ–K^0, o pereche Σ^-–K^+ şi din alte variate combinații.

Noțiunea de canal de reacție se potriveşte în special particulelor de rezonanță, acei hadroni cu viață extrem de scurtă, caracteristici pentru interacțiile tari. Sunt fenomene atât de efemere încât, la început, fizicienii au ezitat să le clasifice printre particule şi chiar şi astăzi clarificarea proprietăților lor constituie una din sarcinile majore în fizica experimentală a energiilor înalte. Particulele de rezonanță se formează în procesele de ciocnire ale hadronilor şi se dezintegrează aproape imediat. Nu pot fi vizualizate în camerele cu bule, dar prezența lor poate fi pusă în evidență datorită unei comportări foarte speciale a probabilităților de reacție. Probabilitatea ca la ciocnirea a doi hadroni să se producă o reacție – adică o interacție între cei doi – depinde de energia pusă în joc. Dacă se modifică energia, se va modifica şi probabilitatea; poate să crească sau să scadă cu creşterea energiei, în funcție de detaliile reacției. Totuşi, pentru anumite valori ale energiei, se observă o creştere bruscă şi pronunțată a probabilității de reacție; este mult mai probabil ca reacția să se producă la aceste valori ale energiei, decât la altele. Creşterea bruscă şi pronunțată a valorilor probabilității este asociată cu formarea unui hadron intermediar cu viață foarte scurtă şi cu masă corespunzătoare energiei pentru care se observă saltul valorii probabilității.

Motivul pentru care aceste stări hadronice cu viață scurtă sunt numite rezonanțe este legat de posibila analogie cu binecunoscutul fenomen de rezonanță întâlnit în studiul vibrațiilor. În cazul sunetului, de exemplu, aerul dintr-o cavitate va da un răspuns slab excitației produse de o undă sonoră din exterior, dar va „intra în rezonanță", adică va vibra puternic, dacă unda sonoră ar atinge un anumit nivel de frecvență, numit frecvență de rezonanță. Canalul de reacție hadronică poate fi comparat cu o cavitate rezonantă, deoarece energia de ciocnire a hadronilor este legată de frecvența undei de probabilitate corespunzătoare. În momentul în care această energie, sau frecvență, atinge o anumită valoare, canalul intră în rezonanță; vibrațiile undei de probabilitate devin brusc foarte

puternice şi provoacă o creştere considerabilă a probabilităţii de reacţie. Cele mai multe canale de reacţie prezintă mai multe energii de rezonanţă, fiecare corespunzând masei unei stări hadronice intermediare efemere formată atunci când energia particulelor care se ciocnesc atinge valoarea de rezonanţă.

În cadrul teoriei matricei S dilema legată de dreptul de a denumi rezonanţele „particule", nu are sens. Toate particulele sunt văzute ca stări intermediare într-o reţea de reacţii şi faptul că rezonanţele trăiesc un timp mult mai scurt decât alte particule nu le distinge fundamental de acestea. De fapt, termenul de „rezonanţă" este foarte potrivit. El se aplică atât fenomenului care se produce pe canalul de reacţie, cât şi hadronului format în cadrul respectivului proces şi demonstrează legătura strânsă dintre particule şi reacţii. Rezonanţa este particulă, dar nu este obiect. Ea este mai curând un eveniment, o operaţie sau o întâmplare.

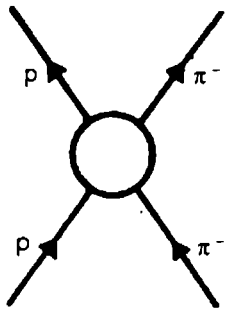
Acest mod de a descrie hadronii în fizica particulelor aminteşte de cuvintele lui D. T. Suzuki*: „Budiştii concep obiectele ca pe evenimente şi nu ca pe lucruri sau substanţe". Ceea ce adepţii budişti au realizat pe calea experienţei mistice a fost acum redescoperit de ştiinţa modernă prin intermediul experimentului şi al teoriilor fundamentate matematic.

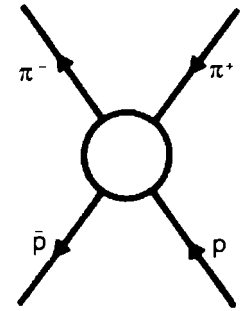
Descrierea tuturor hadronilor ca stări intermediare într-o reţea de reacţie necesită luarea în considerare a tuturor forţelor de interacţie. Este vorba de forţele prin care se manifestă interacţiile tari şi care „împrăştie" hadronii ce se ciocnesc, îi dizolvă şi îi rearanjează în structuri diferite, cuplând grupuri de hadroni pentru a da naştere unor stări legate intermediare. În teoria matricei S, ca şi în teoria câmpului, forţele de interacţie sunt asociate cu particulele, iar conceptul de particulă virtuală nu apare. În schimb, relaţia dintre forţe şi particule se bazează pe o anumită proprietate a matricei S, numită *crossing*** Spre a ilustra această proprietate, să considerăm diagrama următoare care simbolizează interacţia dintre un proton şi un p^-

---

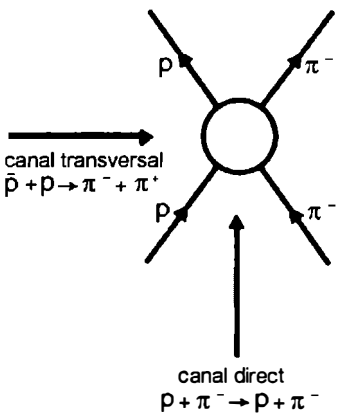
* Vezi capitolul 13, pag. 203.

** Intersectare, încrucişare (*N. T.*)





Dacă diagrama este rotită cu 90° şi dacă menţinem convenţia pe care am adoptat-o mai înainte, conform căreia săgeţile îndreptate în jos semnifică antiparticule, noua diagramă va reprezenta o reacţie între un antiproton ($\bar{p}$) şi un proton (p) din care rezultă o pereche de pioni, particula π^+ fiind antiparticula lui π^- din reacţia iniţială.



Proprietatea de *crossing* a matricei S se referă la faptul că ambele procese sunt descrise de acelaşi element de matrice. Asta înseamnă că cele două diagrame reprezintă două aspecte, sau două „canale" diferite, ale aceleiaşi reacţii* Fizicienii sunt obişnuiţi să treacă de la un canal la altul şi, în

* De fapt, diagrama poate fi rotită în continuare, iar liniile pot fi „traversate" pentru a obţine procesele diferite descrise de acelaşi element de matrice. Fiecare element reprezintă în acelaşi timp 6 procese diferite, dar numai cele două menţionate mai sus sunt relevante pentru discuţia forţelor de interacţie.

loc să rotească diagramele, le citesc de jos în sus şi de la stânga la dreapta şi se referă la „canalul direct" şi „canalul transversal". Astfel, reacţia din exemplul nostru se citeşte $p + \pi^- \Rightarrow p + \pi^-$, pe canal direct, şi $p^- + p \Rightarrow \pi^- + \pi^+$, pe canal transversal.

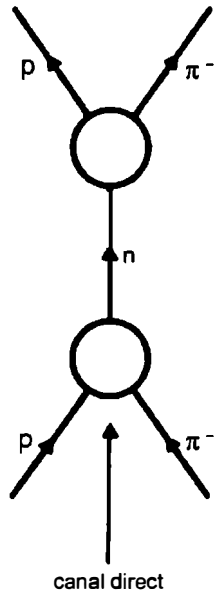
Legătura dintre forţe şi particule se stabileşte prin stările intermediare din cele două canale. În canalul direct din exemplul nostru, protonul şi π^- pot forma un neutron intermediar, în timp ce canalul transversal poate fi format dintr-un pion intermediar neutru (π^0). Acest pion – starea intermediară în canalul direct – este interpretat ca manifestare a forţei ce acţionează în canalul direct cuplând protonul şi π^- pentru a forma un neutron. Astfel, este nevoie de ambele canale pentru a asocia forţele cu particulele; ceea ce într-un canal se manifestă ca forţă, în celălalt se manifestă ca particulă intermediară.

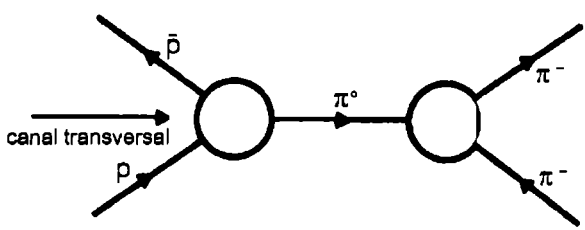
Deşi trecerea de la un canal la altul se face din punct de vedere matematic relativ simplu, este foarte dificil – dacă nu chiar imposibil – să ne formăm o imagine intuitivă a acestei situaţii. Aceasta deoarece conceptul de *crossing* este un concept relativist apărut în contextul formalismului spaţiului cvadridimensional al teoriei relativităţii şi, de aceea, foarte dificil de vizualizat. O situaţie similară apare în teoria câmpului unde forţele de interacţie se manifestă ca un schimb de particule virtuale.

De fapt, diagrama care reprezintă pionul intermediar pe canalul transversal este o reminiscenţă a diagramelor Feynman care ilustrează aceste schimburi de particule* şi – într-o exprimare vagă – protonul şi π^- interacţionează „schimbând un π^0". Asemenea cuvinte sunt deseori utilizate de fizicieni, dar ele nu descriu complet situaţia. O descriere adecvată nu poate fi făcută decât cu referire la canale

* Nu trebuie, totuşi, pierdut din vedere faptul că diagramele formalismului matricei S nu sunt diagrame spaţio-temporale, ci reprezentări simbolice ale reacţiilor suferite de particule. Trecerea de la un canal la altul are loc într-un spaţiu matematic abstract.

directe şi transversale, adică făcând apel la concepte abstracte imposibil de vizualizat.





În ciuda formalismului diferit, noțiunea generală de forță de interacție în teoria matricei S este similară aceleia desprinse din teoria câmpului. În cadrul ambelor teorii se arată că forțele se manifestă ca particue ale căror mase

determină raza de acțiune a forței* și că ele sunt proprietăți ale particulelor angajate în interacție; ele reflectă structura norilor virtuali ai particulelor, despre care se vorbește în teoria câmpului, iar în teoria matricei S sunt generate de stările legate ale particulelor care interacționează. Asemănarea cu concepția orientală despre forțe, expusă anterior, este valabilă pentru ambele teorii. Mai mult, această concepție asupra forțelor de interacție conține concluzia importantă că toate particulele cunoscute trebuie să aibă o structură internă, căci numai atunci pot interacționa cu observatorul și pot fi detectate. După cum spune Geoffrey Chew, unul din principalii arhitecți ai teoriei matricei S, „Asupra unei particule cu adevărat elementare – lipsită complet de structură internă – nu poate acționa nici o forță care ne-ar putea ajuta să punem în evidență respectiva particulă. S-ar putea spune că informația esențială în legătură cu existența particulelor ar fi aceea că ele posedă structură internă!"[2].

Avantajul deosebit al formalismului matricei S constă în faptul că permite descrierea „schimbului" unei întregi familii de hadroni. După cum am menționat în capitolul anterior, hadronii se clasifică în grupe ale căror membri posedă proprietăți identice cu excepția masei și a spinului. În formalismul inițial propus de Tullio Regge fiecare grupă era formată dintr-un singur hadron care admitea diferite stări excitate. În ultimii ani formalismul Regge a fost încorporat în teoria matricei S și, astfel, s-au obținut succese în descrierea reacțiilor hadronice. A fost cea mai importantă dezvoltare a teoriei matricei S și, s-ar putea spune, primul pas pe calea explicării în termeni dinamici a structurilor de particule.

În cadrul teoriei matricei S se pot descrie din perspectivă dinamică structurile hadronice, forțele prin intermediul cărora interacționează doi sau mai mulți hadroni și câteva dintre structurile pe care ei le determină, fiecare hadron fiind considerat drept componentă a unei rețele inseparabile de reacții. Sarcina cea mai grea o reprezintă în teoria matricei S justificarea, pe baza concepției dinamice, a simetriilor

* Vezi capitolul 14, pag. 218, 219.

răspunzătoare de structurile pe care le determină hadronii şi de legile de conservare amintite în capitolul anterior. Într-o asemenea teorie, elementele matricei S ar corespunde reacţiilor permise de legile de conservare; simetriile hadronilor ar fi reflectate de forma matricei S. În acest fel, respectivele legi n-ar mai avea statutul de legi empirice, ci pe acela de consecinţe ale formei matricei S şi, de aceea, de consecinţe ale caracterului dinamic al hadronilor.

În prezent, fizicienii încearcă să rezolve această sarcină ambiţioasă postulând câteva principii generale care restrâng posibilităţile matematice de definire a elementelor matricei S şi îi stabilesc acesteia o anumită formă. Până acum au fost stabilite trei asemenea principii. Primul este sugerat de *teoria relativităţii* şi de exprimarea macroscopică a spaţiului şi timpului. El stabileşte că probabilităţile de reacţie (deci elementele matricei S) trebuie să fie independente de dispunerea spaţio-temporală a aparaturii de observare, de orientarea acesteia în spaţiu şi de starea de mişcare a observatorului. După cum s-a arătat în capitolul anterior, independenţa faţă de schimbarea orientării şi a dispunerii în spaţiu şi timp implică conservarea momentului cinetic de rotaţie, a impulsului şi a energiei în reacţie. Aceste relaţii de „simetrie" sunt esenţiale în cercetarea ştiinţifică. Dacă rezultatele unui experiment n-ar fi reproductibile (s-ar modifica în funcţie de poziţia în spaţiu şi de momentul de timp), atunci rezultatele investigaţiei ştiinţifice, aşa cum le cunoaştem noi azi, n-ar avea nici o valoare. În sfârşit, ultima cerinţă – aceea ca rezultatele experimentului să nu depindă de starea de mişcare a observatorului – constituie principiul relativităţii, însăşi baza teoriei relativităţii.

Al doilea principiu general este sugerat de *teoria cuantică*. El afirmă că producerea unei anumite reacţii nu poate fi prezisă cu certitudine, ci doar în termeni probabilistici şi, în plus, că suma probabilităţilor tuturor situaţiilor posibile – inclusiv aceea a non-interacţiei între particule – trebuie să fie egală cu 1. Cu alte cuvinte, putem fi siguri că se va petrece unul din următoarele două evenimente: particulele vor interacţiona sau nu vor interacţiona. Această afirmaţie

aparent banală constituie, în fapt, un principiu puternic, numit „al logicii unitare", care restrânge drastic posibilitatea de construire a elementelor matricei S.

Al treilea – şi ultimul – principiu, este legat de noţiunile de cauză şi efect şi este cunoscut sub numele de *principiul cauzalităţii.* El afirmă că energia şi impulsul sunt transferate la distanţă numai de către particule şi că acest transfer se poate produce numai în aşa fel încât o particulă să poată fi creată într-o reacţie şi distrusă în alta şi numai dacă ultima reacţie îi succede primei reacţii. Formularea matematică a principiului de cauzalitate implică faptul că matricea S depinde lejer de energiile şi impulsurile particulelor implicate în reacţie, cu excepţia acelor valori la care devine posibilă crearea de noi particule. Pentru aceste valori forma matematică a matricei S se modifică drastic; se petrece ceea ce matematicienii numesc „singularitate". Fiecare canal de reacţie conţine mai multe singularităţi, ceea ce înseamnă că fiecărui canal îi corespund mai multe valori ale energiei şi impulsului care permit crearea de noi particule. „Energiile de rezonanţă" deja menţionate sunt exemple în acest sens.

Faptul că matricea prezintă singularităţi reprezintă o consecinţă a principiului de cauzalitate, dar localizarea singularităţilor nu poate fi determinată pe baza acestui principiu. Valorile energiei şi impulsului la care se pot crea particule diferă de la un canal de reacţie la altul şi depind de masele şi celelalte proprietăţi ale particulelor create. Aşadar, localizarea singularităţilor reflectă proprietăţile particulelor; atâta timp cât toţi hadronii pot fi creaţi în reacţii, singularităţile matricei S reflectă toate simetriile şi structurile hadronilor.

Teoria matricei S îşi propune în principal să stabilească singularităţile plecând de la principiile generale. Până acum n-a fost posibil să se construiască un model matematic care să satisfacă toate cele trei principii; pe de altă parte, este posibil ca aceste principii să determine toate proprietăţile matricei S – şi deci, toate proprietăţile hadronilor – în mod unic*. Dacă se va dovedi că lucrurile stau aşa,

* Această ipoteză, cunoscută sub numele de ipoteza *bootstrap*, va fi expusă detaliat în capitolul următor.

implicațiile filosofice ale unei asemenea teorii ar fi cu totul remarcabile. Toate cele trei principii sunt legate de metodele de observare şi măsurare, cu alte cuvinte de metoda ştiințifică. Dacă ele sunt suficiente pentru a determina structura hadronilor, înseamnă că structurile de bază ale lumii fizice sunt determinate, în ultimă instanță, de modul în care privim noi această lume. O modificare esențială a metodei de observare ar conduce la o altă formă a matricei S şi, deci, la o cu totul altă structură a hadronilor.

O astfel de teorie a particulelor subatomice arată că este cu neputință să se separe observatorul de observabilă, fapt menționat deja în legătură cu teoria cuantică; în final, că structurile şi fenomenele pe care le observăm în natură nu sunt nimic altceva decât creații ale mentalului nostru înclinat spre evaluare şi clasificare.

Dogma orientală afirmă că lucrurile stau într-adevăr aşa. Misticii din Orient ne repetă mereu şi mereu că lucrurile şi evenimentele pe care le percepem sunt creații ale minții noastre, născute dintr-o stare particulară a conştiinței, care dispar dacă această stare este depăşită. În hinduism se arată că mentalul uman aflat sub imperiul *maya* creează formele şi structurile care ne înconjoară şi consideră iluzie tendința de a le ataşa semnificații profunde. Budiştii numesc această iluzie *avidya*, ignoranță, şi o văd ca pe o stare deviată a mentalului. După cum spune Ashvaghosha,

> *Ignoranța şi particularizarea apar atunci când nu este recunoscută unitatea lumii, şi tot astfel apar stările deviate ale mentalului... Nici un fenomen nu este decât manifestarea iluzorie a minții noastre; el nu are o realitate proprie.*[3]

Aceasta este, de asemenea, şi tema care revine constant în textele şcolii budiste *yogacara*, care afirmă că toate formele pe care le percepem sunt „proiecții ale mentalului", „umbre" ale gândurilor:

> *Discriminarea face să răsară din mintea noastră nenumărate lucruri... Oamenii consideră că acestea formează lumea exterioară... Dar ceea*

ce pare a se afla în exterior nu există în realitate; multiplicitatea nu este decât lumea gândului; trupul, posesiunile materiale – toate acestea, vă spun, se află numai în lumea gândului.[4]

În fizica particulelor, stabilirea structurilor hadronice pe baza principiilor generale ale teoriei matricei S constituie o sarcină dificilă şi până acum nu s-au făcut decât paşi mici în această direcţie. Totuşi, nu trebuie desconsiderată posibilitatea ca proprietăţile particulelor subatomice să fie într-o zi determinate pe baza principiilor generale şi să se dovedească astfel că sunt dependente de metoda ştiinţifică. Acesta ar putea fi aspectul esenţial al viitoarelor teorii ale electromagnetismului, interacţiilor slabe şi gravitaţionale – iată o ipoteză seducătoare! Dacă se va dovedi adevărată, atunci fizica modernă va fi parcurs un drum lung pentru a ajunge la ideile susţinute de înţelepţii din Orient – şi anume că structurile lumii fizice sunt *maya*, „proiecţii ale gândurilor".

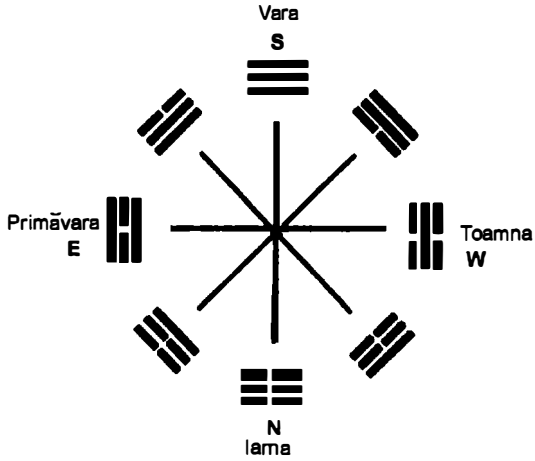
Teoria matricei S se apropie de gândirea orientală atât în ceea ce priveşte concluziile finale, cât şi în ceea ce priveşte viziunea generală asupra materiei. Ea descrie lumea subatomică a particulelor ca pe o reţea dinamică de evenimente şi evidenţiază schimbarea şi transformarea în locul entităţilor fundamentale. În Orient, această atitudine se manifestă cu precădere în filosofia budistă care afirmă că toate lucrurile au caracter dinamic, sunt trecătoare şi iluzorii. Iată ce spune în acest sens S. Radhakrishnan:

Cum ajungem oare să gândim despre lucruri şi nu despre fluxul de procese? Închizând ochii în faţa succesiunii evenimentelor. Această atitudine artificială fracţionează fluxul transformării şi numeşte fragmentele – lucruri... Când vom cunoaşte adevărul, atunci vom înţelege cât de absurd este să idolatrizăm aceste produse izolate ale seriei neîntrerupte de transformări, de parcă ar fi reale. Viaţa nu este o stare izolată, ci o continuă mişcare, o continuă transformare.[5]

Atât fizicianul contemporan, cât şi misticul oriental s-au convins că toate fenomenele acestei lumi a permanentei transformări sunt corelate dinamic. Adepţii hinduismului şi ai budismului văd în această corelaţie o lege cosmică, legea *karma,* dar în general nu se preocupă de vreo structură anumită din cadrul reţelei universale de evenimente. Filosofia chineză, care accentuează la rândul ei mişcarea şi transformarea, a dezvoltat noţiunea de structură dinamică ce se formează şi dispare în mod continuu în fluxul cosmic al lui *Tao.* În *I Ching,* Cartea Schimbărilor, aceste structuri sunt integrate într-un sistem de simboluri arhetipale, aşa-numitele hexagrame.

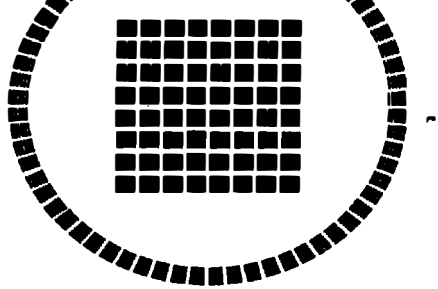
Principiul care ordonează aceste structuri în *I Ching* este jocul complementarelor *yin* şi *yang. Yang* este reprezentat printr-o linie continuă (▬▬), *yin* printr-o linie întreruptă (▬ ▬). Întregul sistem de hexagrame este construit în mod natural cu aceste două linii. Combinându-le în perechi se obţin patru configuraţii şi adăugând câte o a treia linie fiecărei configuraţii se obţin opt „trigrame":

În China antică se credea că aceste trigrame reprezintă toate situaţiile cosmice şi umane posibile. Li s-au dat nume care să reflecte caracteristicile lor de bază – „Creativitate", „Receptivitate", „Dezvoltare" etc. – şi au fost asociate cu imagini din natură şi din viaţa socială. Simbolizau cerul, pământul, tunetul apa etc., ca şi pe membrii familiei: tatăl, mama, trei fii şi trei fiice. Erau asociate punctelor cardinale şi anotimpurilor şi erau adesea dispuse grafic, după cum este redat în figura următoare:



În această configurație, cele opt trigrame sunt dispuse pe un cerc, urmând „ordinea naturală" în care au fost generate, începând de sus (acolo unde chinezii plasează sudul); primele patru trigrame se află în stânga, iar celelalte patru în dreapta. Această configurație prezintă simetrie de grad înalt deoarece în trigramele opuse liniile *yin* şi *yang* se substituie una alteia.

Pentru a mări numărul de diagrame s-au combinat cele opt trigrame plasându-se una deasupra celeilalte. Au



Două modalități de dispunere a celor 64 de hexagrame.

rezultat astfel 64 de hexagrame compuse fiecare din câte şase linii continue şi/sau întrerupte. Hexagramele au fost dispuse în configuraţii regulate, dintre care cele prezentate în continuare sunt cele mai cunoscute: un pătrat cu laturile compuse din opt hexagrame şi un cerc care prezintă acelaşi grad de simetrie ca şi cercul format din opt trigrame.

Cele 64 de hexagrame sunt arhetipurile cosmice aflate la baza utilizării cărţii *I Ching* drept oracol. Pentru a interpreta o hexagramă trebuie să fie luate în considerare semnificaţiile celor două trigrame din care este compusă. De exemplu, atunci când trigrama „Trezirea" este dispusă deasupra trigramei „Receptivitate", hexagrama rezultată semnifică întâlnirea dintre acţiune şi devotament, ceea ce generează „Entuziasm"; acesta este chiar numele care i s-a şi dat hexagramei.

Trezire

Receptivitate

Entuziasm

Hexagrama „Progresului", pentru a da un alt exemplu, este formată din trigrama „Urcuş" aflată deasupra „Receptivităţii", ceea ce trimite la imaginea Soarelui răsărind deasupra Pământului, simbol al progresului uşor şi rapid.

Urcuş

Receptivitate

Progres

În *I Ching* trigramele şi hexagramele reprezintă formele de manifestare ale lui *Tao*, generate de dinamica *yin–yang* şi reflectate de toate situaţiile cosmice şi umane.

Ele nu sunt structuri statice, ci sunt stadii în procesul curgerii continue şi al transformării. Este ideea de bază a *Cărţii Schimbărilor*, sugerată chiar în titlul ei. Toate lucrurile acestei lumi şi toate situaţiile posibile sunt supuse schimbării şi transformării şi tot aşa se întâmplă şi cu imaginile lor, trigramele şi hexagramele. Ele se află într-o permanentă stare de tranziţie; una se transformă în alta, liniile continue se frâng, liniile întrerupte se unesc.

Datorită noţiunii de structură dinamică generată de schimbare şi transformare, *I Ching* este, poate, abordarea mistică orientală cea mai apropiată de teoria matricei S. Ambele sisteme pun accent mai degrabă pe procese decât pe obiecte. În cadrul teoriei matricei S, procesele sunt reacţii ale particulelor care generează toate fenomenele posibile în domeniul hadronilor. În *I Ching*, procesele fundamentale sunt numite „schimbări" şi sunt considerate esenţiale pentru înţelegerea tuturor fenomenelor naturale:

> *Perceperea transformării i-a făcut pe înţelepţi să atingă profunzimile conştiinţei şi să afle germenii cunoaşterii.*[6]

Aceste schimbări nu sunt privite ca nişte legi fundamentale impuse lumii fizice, ci – aşa cum spune Hellmut Wilhelm – ca „tendinţe interioare de evoluţie naturală şi spontană"[7] Aceeaşi afirmaţie este valabilă şi pentru „schimbările" din lumea particulelor. Acestea reflectă, şi ele, tendinţe interne exprimate, în cadrul teoriei matricei S, prin probabilităţi de reacţie.

Transformarea din domeniul hadronilor generează structuri şi configuraţii simetrice reprezentate simbolic prin intermediul canalelor de reacţie. Nici structurile şi nici relaţiile de simetrie nu sunt considerate caracteristici

fundamentale ale acestei lumi, ci doar consecinţe ale caracterului dinamic al particulelor, adică ale tendinţei generale de schimbare şi transformare.

Şi în *I Ching* schimbarea generează structuri, trigramele şi hexagramele. Ca şi canalele de reacţie, acestea sunt reprezentări simbolice ale structurilor schimbării. Aşa cum energia curge prin canalele de reacţie, tot aşa „schimbările" curg de-a lungul liniilor hexagramelor.

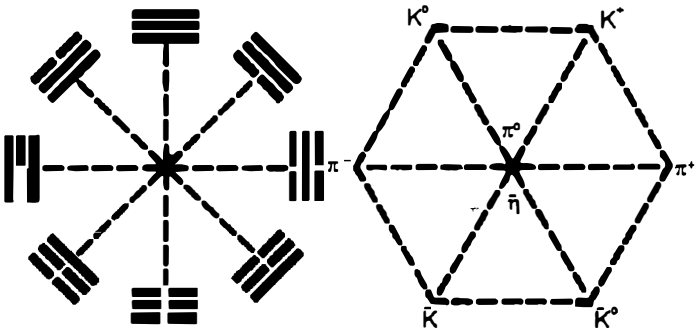
> *Destrămare, mişcare neîncetată*
> *Revărsându-se printre cele şase linii întrerupte,*
> *Ridicându-se şi afundându-se fără să urmeze vreo lege,*
>
> *Aici numai schimbarea porunceşte.*[8]

Conform concepţiei chineze, toate lucrurile şi toate fenomenele din jurul nostru sunt generate de structurile schimbării şi sunt reprezentate de liniile trigramelor şi ale hexagramelor. Ele nu sunt obiecte statice, independente, ci stări de tranziţie în procesul cosmic care este *Tao*:

> *Tao este mişcare perpetuă, transformare. Liniile sale sunt tendinţe de schimbare. Liniile acestea au gradaţii, iar gradaţiile reprezintă lucruri.*[9]

Ca şi în cazul particulelor, structurile generate de schimbare pot fi dispuse în configuraţii simetrice, aşa cum este configuraţia octogonală formată din opt trigrame, în care trigramele opuse au liniile *yin* şi *yang* schimbate între ele. Ea se aseamănă vag cu octetul mezonilor prezentat în capitolul anterior, în care particulele şi antiparticulele ocupă poziţii opuse. Importantă nu este

această asemănare accidentală, ci faptul că şi fizicienii, ca şi înţelepţii chinezi din vechime, consideră schimbarea drept aspect primordial al naturii, în timp ce structurile şi simetriile generate le privesc ca pe nişte aspecte secundare. După cum arată în prefaţa traducerii cărţii *I Ching*, Richard Wilhelm consideră aceasta drept concept fundamental pentru *Cartea Schimbărilor*.



Cele opt trigrame... se află într-o continuă stare de tranziţie, transformându-se una în alta tot aşa cum lumea fizică trece fără încetare de la un fenomen la altul. Acesta este principiul fundamental al Cărţii Schimbărilor. Cele opt trigrame simbolizează stările tranzitorii ale transformării; ele sunt imagini care se schimbă permanent. Atenţia nu se concentrează asupra lucrurilor în starea lor de a fi – aşa cum este cazul în Occident –, ci asupra mişcării, asupra dinamicii. Aşadar, cele opt trigrame nu sunt reprezentări ale lucrurilor, ci ale tendinţelor de evoluţie.[10]

Fizica modernă a ajuns să vadă tot astfel „lucrurile“ din lumea subatomică, evidențiind mișcarea, schimbarea și transformarea și privind particulele ca pe niște etape ale tranziției în procesul cosmic neîntrerupt.

18 întrepătrunderea

Până acum, explorarea sistemului de concepții pe care l-a configurat fizica modernă a demonstrat în mod repetat că ideea de materie compusă din „blocuri" nu mai poate fi susținută. În trecut, acest concept a explicat cu succes fenomenele fizice în ipoteza atomilor, structura atomilor în ipoteza nucleelor înconjurate de electroni şi, în sfârşit, structura nucleelor în ipoteza protonilor şi a neutronilor. Nucleele şi hadronii au fost astfel considerați „particule elementare". Dar nici unii, nici alții nu s-au comportat conform aşteptărilor. De fiecare dată, aceste particule s-au dovedit a fi la rândul lor structuri compuse, deşi fizicienii au sperat mereu ca, odată cu următoarea generație de constituenți, să găsească acele ultime elemente căutate.

În sfârşit, teoriile atomice şi subatomice pun sub un mare semn de întrebare existența particulelor elementare. Ele au relevat ca un aspect fundamental interconexiunile lumii materiale, demonstrând că energia de mişcare poate fi convertită în masă şi sugerând că particulele ar fi mai mult procese decât obiecte. Toate acestea arată clar că imaginea simplistă a blocurilor constituente, impusă de concepția mecanicistă, trebuie abandonată; totuşi, mulți fizicieni ezită încă să o facă. Tradiția explicării structurilor complexe prin divizarea în componenți din ce în ce mai simpli este atât de adânc înrădăcinată în mentalitatea occidentală, încât căutarea lor continuă încă.

Există, însă, şi o altă direcţie în fizica particulelor, care porneşte de la ideea că natura nu poate fi redusă la entităţi fundamentale, la particule sau câmpuri elementare. Ea trebuie înţeleasă din perspectiva self-consistenţei sale şi a aspectului care face ca toate componentele sale să fie în acelaşi timp consistente cu ele însele şi cu toate celelalte. Ideea a apărut în contextul teoriei matricei S şi este cunoscută sub numele de ipoteza „bootstrap"* Autorul şi principalul ei susţinător este Geoffrey Chew, care a construit pe baza ei o întreagă filosofie a naturii şi a utilizat-o (împreună cu alţi fizicieni) pentru a elabora o teorie a particulelor în formalismul matricei S. Chew a descris ipoteza *bootstrap* în câteva articole care constituie baza acestei prezentări.

Filosofia *bootstrap* echivalează cu respingerea finală a imaginii mecaniciste. Universul newtonian era constituit dintr-un set de entităţi fundamentale cu proprietăţi remarcabile, create de Divinitate şi care, de aceea, se sustrăgeau analizei. Într-un fel sau altul, această ipoteză a stat la baza ştiinţelor naturii până când ipoteza *bootstrap* a afirmat că lumea nu trebuie înţeleasă ca un ansamblu de entităţi elementare. În noua concepţie, Universul este privit ca o reţea dinamică de evenimente corelate. Nici una din proprietăţile acestei reţele nu este fundamentală; toate sunt legate de proprietăţile celorlalte părţi, iar proprietatea de completitudine a relaţiilor mutuale determină structura întregii reţele.

Astfel, filosofia *bootstrap* reprezintă rezultanta punctelor de vedere care au apărut în cadrul teoriei cuantice o dată cu înţelegerea interconectării universale, au căpătat conţinut dinamic în cadrul teoriei relativităţii şi au fost formulate în termeni probabilistici în cadrul teoriei matricei S. Cu această concepţie, Occidentul se apropie mai mult ca oricând de viziunea orientală atât în privinţa abordării filosofice a lumii în general, cât şi a imaginii despre materie, în particular.

---

* Legătură, conexiune (*N.T.*)

Ipoteza *bootstrap* neagă existența constituenților fundamentali ai materiei și, în plus, nu acceptă nici un fel de entitate fundamentală – nici măcar legi, principii sau ecuații – abandonând în acest fel o altă idee care a stat timp de secole la baza investigării naturii. Noțiunea de lege fundamentală a naturii derivă din credința iudeo-creștină într-un legislator divin. Așa cum spune Toma d'Aquino:

> *Există o Lege Eternă, altfel spus Rațiune a lui Dumnezeu, care guvernează întregul Univers.*[2]

Ideea de lege eternă a naturii, de origine divină, a influențat puternic filosofia și știința Occidentului. Descartes vorbea despre „legile pe care Dumnezeu le-a dat naturii", iar Newton susținea că țelul cel mai înalt al operei sale științifice era acela de a dovedi existența „legilor impuse naturii de Dumnezeu". Timp de trei secole după Newton, principalul scop al științelor naturale a rămas descoperirea legilor ultime ale naturii.

În fizică s-a adoptat în ultimul timp o atitudine cu totul diferită. Fizicienii au constatat că teoriile lor cu privire la fenomenele naturii, inclusiv „legile" pe care le descriu, sunt creații ale mentalului, proprietăți ale hărții conceptuale a realității și nu realitatea însăși. Această schemă conceptuală este în mod necesar limitată și aproximativă, așa cum sunt toate teoriile științifice și „legile naturii" pe care ele le cuprind. Toate fenomenele sunt în final corelate și pentru a putea explica unul dintre ele trebuie să le înțelegem pe toate celelalte, lucru de-a dreptul imposibil. Ceea ce a făcut ca știința să aibă atâta succes a fost descoperirea faptului că aproximarea este posibilă. Dacă o „înțelegere" aproximativă a naturii este satisfăcătoare, atunci se pot selecta și descrie în această manieră grupuri de fenomene, neglijând altele care pe moment sunt considerate nerelevante. În acest mod se pot explica multe fenomene din perspectiva câtorva și, în consecință, se pot înțelege diferite aspecte ale naturii în mod aproximativ, fără a avea nevoie să se cuprindă totul dintr-o dată. Aceasta este metoda științifică; toate teoriile și modelele științifice nu sunt decât aproximații ale realității, dar eroarea pe care ele o presupun este adesea suficient de

mică pentru ca acest mod de abordare să aibă sens. De exemplu, în fizica particulelor elementare, interacțiile gravitaționale dintre particule sunt de obicei ignorate, deoarece sunt cu câteva ordine de mărime mai slabe decât celelalte interacții. Deşi eroarea datorată acestei omisiuni este infimă, este clar că în viitoarele teorii vor trebui să fie luate în considerare forțele gravitaționale pentru ca teoriile să fie mai precise.

În acest mod, fizicienii construiesc prin aproximații teorii parțiale succesive, cu grade de precizie din ce în ce mai înalte, dar fără ca vreuna să reprezinte descrierea completă a realității. Toate „legile naturale" pe care ele le cuprind au, ca şi respectivele teorii, caracter mutant, fiind destinate să fie înlocuite de formulări mai precise atunci când teoriile sunt îmbunătățite. Gradul de aproximație pe care-l prezintă o teorie este reflectat de parametrii arbitrari – „constantele fundamentale" –, mărimile ale căror valori nu sunt explicate şi care trebuie incluse în teorie după ce au fost determinate empiric. Teoria cuantică nu poate explica valoarea masei electronului, nici teoria câmpului valoarea sarcinii electrice a electronului şi nici teoria relativității valoarea vitezei luminii. În concepția clasică, aceste mărimi sunt constante fundamentale ale naturii, deci se sustrag justificării. În concepția modernă, însă, rolul lor de „constante fundamentale" este considerat temporar şi reprezintă expresia caracterului limitat al actualelor teorii. În acord cu filosofia conexiunii, ele vor trebui să fie explicate de către teoriile viitoare pe măsură ce gradul de precizie şi sfera lor de cuprindere vor creşte. În acest fel se tinde mereu spre situația ideală în care teoria nu mai include nici o „constantă fundamentală" cu valoare neexplicată şi în care toate „legile" decurg din cerința self-consistenței, dar este posibil ca ea să nu fie atinsă vreodată.

Este important de observat că şi o asemenea teorie ideală trebuie să includă, chiar dacă nu neapărat exprimate cantitativ, aspectele neexplicate. Atâta timp cât rămâne o teorie ştiințifică, va presupune acceptarea fără demonstrație a anumitor concepte care formează limbajul ştiințific. A

împinge mai departe ideea *bootstrap*-ului înseamnă a depăşi domeniul ştiinţei:

> *În sens larg, ideea bootstrap-ului, deşi fascinantă şi utilă, este neştiinţifică... ştiinţa, aşa cum o cunoaştem, presupune un limbaj şi un cadru care nu fac obiectul discuţiei. De aceea, din punct de vedere semantic, cu greu s-ar putea numi „ştiinţifică" tentativa de a explica absolut toate conceptele.*[3]

Evident, concepţia „bootstrap", conform căreia toate fenomenele naturii sunt determinate în mod unic de self-consistenţa mutuală, se apropie foarte mult de viziunea orientală. Un Univers indivizibil, în care toate lucrurile şi evenimentele ar fi corelate n-ar avea sens daca n-ar fi autoconsistent. Într-un fel, self-consistenţa – care reprezintă fundamentul ipotezei *bootstrap* – şi unitatea şi intercorelarea fenomenelor, atât de puternic accentuate de mistica orientală, nu sunt decât formulări diferite ale aceleiaşi idei. Această legătură strânsă este exprimată clar în taoism. Pentru înţelepţii taoişti, toate fenomenele fac parte din Calea cosmică – *Tao* –, iar legea pe care o urmează *Tao* nu este impusă de nici un legiuitor divin, ci îi aparţine lui *Tao* însuşi. Citim în *Tao Te Ching:*

> *Omul urmează legile pământului;*
> *Pământul urmează legile cerului;*
> *Cerul urmează legile lui* Tao;
> *Iar* Tao *urmează propria sa lege interioară.*[4]

În profundul său studiu al ştiinţei şi civilizaţiei chineze, Joseph Needham arăta că noţiunea strict occidentală de lege fundamentală a naturii, care implică la origine existenţa unui legiuitor divin, nu are corespondent în gândirea chineză. „În concepţia chineză despre lume", scrie Needham, „conlucrarea armonioasă între tot ceea ce există nu este impusă de voinţa unei autorităţi divine separate de lume, ci derivă din aceea că toate sunt părţi ale întregului cosmic, iar legea pe care o urmează vine din interiorul lor, din propria lor esenţă."[5]

După Needham, în limba chineză nu există un cuvânt care să corespundă termenului clasic occidental de „lege a naturii." Termenul cel mai apropiat ca semnificație este *li*, pe care filosoful neo-confucianist Chu Hsi îl descrie ca „nenumăratele construcții iluzorii ale lui *Tao*"[6]. Needham traduce *li* prin „principiu de organizare" şi face următorul comentariu:

> *Sensul originar era acela de structură internă a lucrurilor, aşa cum sunt vinişoarele din piatra de jad sau fibrele din muşchi... Apoi, aceasta a căpătat semnificația de „principiu", dar a păstrat întotdeauna conotația de „structură"... Presupune noțiunea de lege, dar este vorba de legea căreia părțile întregului trebuie să i se supună în virtutea faptului că sunt părți ale întregului... Cel mai important aspect al părții este acela că trebuie să corespundă precis celorlalte părți ale întregului pe care-l compun.*[7]

Este uşor de văzut cum i-a condus această concepție pe gânditorii chinezi la o idee care în fizică s-a conturat abia de curând; anume că self-consistența este esența tuturor legilor naturii. Următorul pasaj datorat lui Ch'en Shun, discipol al lui Chu Hsi care a trăit în jurul anului 1200 d.Hr., ilustrează această idee în termeni care ar putea sluji foarte bine explicării noțiunii de self-consistență în cadrul filosofiei *bootstrap*:

> Li *este legea naturală şi de neînvins căreia nu i se pot sustrage nici lucrurile, nici fenomenele... Prin „naturală şi de neînvins" se înțelege faptul că evenimentele sociale şi tot ceea ce există în natură se află exact acolo unde trebuie să se afle şi se petrec exact aşa cum trebuie să se petreacă. Prin „lege" se înțelege faptul că totul se derulează perfect, fără deficiențe şi fără exagerări... Cei din vechime, care cercetau natura ultimă a lucrurilor şi îl căutau pe* li, *urmăreau să arate că toate se înscriu în ordinea*

naturală, iar asta înseamnă că ceea ce căutau ei era punctul acela în care toate îşi găsesc locul potrivit. Atât şi nimic mai mult.[8]

În concepţia orientală, ca şi în fizica modernă, totul în Univers se leagă de restul şi nimic nu are caracter esenţial prin el însuşi. Proprietăţile părţii nu sunt determinate de vreo lege fundamentală, ci de proprietăţile celorlalte părţi ale întregului. Atât fizicienii cât şi misticii realizează imposibilitatea justificării totale a fenomenelor, dar atitudinile lor în aceasta privinţă sunt diferite. Fizicienii, aşa cum am arătat, se declară satisfăcuţi de o cunoaştere aproximativă; de cealaltă parte, misticii nu sunt interesaţi de o cunoaştere parţială, „relativă". Ei caută cunoaşterea „absolută", înţelegerea totală a esenţei Vieţii. Conştienţi de inter-relaţionarea Universului, ei înţeleg că a explica un fenomen înseamnă în ultimă instanţă a-i evidenţia legăturile cu restul întregului. Şi cum aşa ceva este imposibil, filosofii mistici insistă asupra faptului că nici un fenomen nu poate fi explicat. Iată ce spune în acest sens Ashvaghosha:

În esenţa lor, lucrurile nu pot fi numite şi nici explicate. Ele nu pot fi descrise adecvat în nici un limbaj.[9]

Iată de ce înţelepţii din Orient nu caută să explice evenimentele, ci urmăresc experimentarea directă, non-intelectuală a unităţii. Aceasta este atitudinea adoptată de Budha care a răspuns tuturor întrebărilor despre sensul vieţii, originea lumii sau despre *nirvana* printr-o „nobilă tăcere". Răspunsurile aparent lipsite de sens ale maeştrilor Zen la cererile de lămurire ale discipolilor, par a avea acelaşi rost: acela de a-i determina pe aceştia să înţeleagă că partea este consecinţă a întregului, că „a explica" natura înseamnă a-i scoate la iveală caracterul unitar şi că, în final, nu este nimic de explicat. Când Tozan, care cântărea un caier de in, a fost întrebat „Ce este Budha?", a răspuns „Caierul ăsta de in cântăreşte trei pfunzi"[10]; iar când Joshu a fost întrebat de ce a venit Bodhidharma în China, el a răspuns „în grădină creşte un stejar."[11]

Unul din principalele scopuri urmărite de filosofii mistici constă în eliberarea mentalului uman de limbaj şi de setea de justificare. Atât budiştii cât şi taoiştii vorbesc despre o „reţea de cuvinte" sau „o împletitură de concepte", extinzând ideea de reţea de conexiuni la nivelul intelectului. Atâta timp cât facem efortul de a găsi justificări ne găsim prinşi în capcana *karmei*, în pânza de păianjen a conceptelor. Eliberându-ne de cuvinte şi de explicaţii, ne eliberăm de cătuşele *karmei*.

Concepţiei despre lume a misticilor orientali şi filosofiei *bootstrap* le sunt comune atât accentuarea intercorelării şi a self-consistenţei, cât şi negarea existenţei constituenţilor fundamentali ai materiei. Într-un Univers care se prezintă ca un întreg inseparabil cu forme fluide şi mereu schimbătoare nu este loc pentru entităţi fixe. De aceea, în concepţia orientală nu se întâlneşte noţiunea de „cărămizi de bază" ale materiei. Gândirea chineză nu a elaborat niciodată teorii atomiste şi chiar dacă unele şcoli filosofice indiene au dezvoltat asemenea teorii, ele n-au avut decât un loc periferic. Noţiunea de atom apare în cadrul jainismului (ramură neortodoxă a hinduismului, căci nu recunoaşte autoritatea Vedelor). Teorii atomiste şi-au făcut loc şi în şcolile budismului Hinayana, dar sunt tratate de către ramura Mahayana ca nişte produse iluzorii ale ignoranţei – *avidya*. După cum spune Ashvaghosha,

> *Prin divizarea celor compuse materia poate fi redusă la atomi. Dar, din moment ce atomii înşişi sunt în continuare obiect al divizării, toate formele existenţei materiale, grosiere sau subtile, nu sunt decât umbre ale particularizării cărora nu li se poate acorda nici un grad (absolut sau independent) de realitate.*[12]

Principalele şcoli mistice orientale sunt de acord cu concepţia *bootstrap* conform căreia Universul este un întreg ale cărui părţi nu se deosebesc ca esenţă, astfel încât proprietăţile uneia sunt consecinţa proprietăţilor celorlalte. În acest sens s-ar putea spune că partea „conţine" întregul şi într-adevăr, această viziune a reprezentării mutuale pare a fi

chintesența experienței mistice. Despre aceasta, Sri Aurobindo spune,

> *Nu există finit în sens supramental; această experiență are la bază conștiința identității dintre parte și întreg.*[13]

Noțiunea de „identitate a părții cu întregul și a întregului cu partea" și-a găsit cea mai înaltă expresie în școala *Avatamsaka*, ramură a budismului Mahayana; filosofia acestei școli constituie chintesența budismului. Ea are la bază *Avatamsaka Sutra*, despre care se crede că ar fi fost rostită de Budha însuși în timp ce se afla în stare de meditație profundă, după Trezirea sa. Această voluminoasă *sutra,* care nu a fost tradusă până acum în nici o limbă europeană, descrie detaliat modul în care este percepută lumea în starea de trezire a conștiinței, când „granițele individualității se topesc și sentimentul finitului nu ne mai apasă."[14] Ultima parte, *Gandavyuha*, conține povestea tânărului pelerin Sudhana și descrierea viguroasă a experienței mistice a lumii trăită de acesta; lumea îi apare ca o rețea perfectă de legături mutuale în care toate lucrurile interacționează unele cu altele astfel încât fiecare le conține în el însuși pe toate celelalte. Următorul pasaj din *sutra*, parafrazat de D. T. Suzuki, apelează, pentru a descrie viziunea lui Sudhana, la imaginea turnului magnific decorat:

> *Turnul este vast și necuprins ca cerul însuși. Podeaua lui este pavată cu felurite pietre prețioase; înăuntrul său afli palate fără de număr, portaluri, ferestre, scări, coridoare și balustrade, toate din cele mai nobile nestemate*
>
> *Și în interiorul nesfârșitului și de neasemuit turn împodobit sunt alte sute de mii de turnuri, fiecare din ele la fel de minunat decorat ca și turnul cel mare și tot atât de necuprins ca și cerul. Nici unul din aceste turnuri fără număr nu stă în vreun fel în calea altuia; fiecare își păstrează propria individualitate și există în*

armonie cu toate celelalte; nimic nu împiedică pe vreunul să se contopească cu celelalte; toate se confundă, dar se află deopotrivă într-o ordine desăvârşită. Tânărul pelerin Sudhana se oglindeşte într-un singur turn şi în toate deodată, căci toate se află într-unul singur şi fiecare le conţine pe toate celelalte.[15]

Turnul din acest fragment este metafora Universului, iar perfecta contopire a părţilor sale este cunoscută în budismul Mahayana sub numele de „întrepătrundere". *Avatamsaka* arată clar că această întrepătrundere este corelarea dinamică spaţio-temporală. Aşa cum am arătat mai înainte, relaţia dintre spaţiu şi timp este privită tot ca o relaţie de întrepătrundere.

Experienţa întrepătrunderii în starea de iluminare poate fi considerată drept viziunea mistică a ipotezei „bootstrap", a corelării armonioase a tuturor fenomenelor din Univers. Într-o asemenea stare a conştiinţei, zona intelectului şi necesitatea de a găsi explicaţii sunt depăşite şi înlocuite cu experimentarea directă a interdependenţelor. Astfel, conceptul budist de întrepătrundere merge cu mult mai departe decât ipoteza ştiinţifică *bootstrap*. Cu toate acestea, există modele matematice ale particulelor subatomice care demonstrează puternice asemănări cu concepţia conturată în budismul Mahayana.

Formularea ştiinţifică a ipotezei *bootstrap* atrage după sine limitări şi aproximări, principala aproximaţie constând în neglijarea tuturor tipurilor de interacţii, cu excepţia interacţiilor tari. Deoarece acestea sunt de o sută de ori mai puternice decât cele electromagnetice şi cu multe ordine de mărime mai puternice decât interacţiile slabe şi gravitaţionale, aproximaţia pare rezonabilă. Aşadar, *bootstrap*-ul ştiinţific se ocupă exclusiv de particulele supuse interacţiilor tari, adică de hadroni şi de aceea este numit adesea „*bootstrap hadronic*". Este elaborat în formalismul teoriei matricei S, iar scopul său este acela de a deduce toate proprietăţile hadronilor şi interacţiile acestora numai pe baza impunerii cerinţei de self-consistenţă. Singurele „legi

fundamentale" acceptate sunt principiile generale ale teoriei matricei S, discutate în capitolul anterior, cerute de metodele noastre de observare şi măsurare şi care, din acest motiv, constituie cadrul filosofic al ştiinţei. Este posibil să se postuleze temporar alte proprietăţi ale matricei S, dar în final ele trebuie să fie derivate ca o consecinţă a self-consistenţei. Postulatul care afirmă că toţi hadronii formează secvenţe descrise de formalismul Regge, face parte din această categorie.

În limbajul teoriei matricei S, ipoteza *bootstrap* sugerează că matricea S completă, deci cea care conţine toate proprietăţilor hadronilor„ este determinată în mod unic din principiile generale, deoarece o unică matrice S este în acord cu toate cele trei principii. Această ipoteză se bazează pe faptul că fizicienii n-au elaborat niciodată un model care să satisfacă toate cele trei principii. Dacă singura matrice care prezintă proprietattea de consistenţă este matricea S care descrie *toate* proprietăţile şi interacţiile hadronilor, aşa cum pretinde ipoteza *bootstrap*, atunci eşecul de a construi o matrice parţială cu proprietatea de consistenţă este justificabil.

Interacţiile suferiite de particulele subatomice sunt atât de complexe încât nu este deloc sigur că se va putea construi vreodată o matrice S completă şi self-consistentă, dar se întrevăd modele parţiale care să satisfacă scopuri limitate. Fiecare din aceste modele ar trebui conceput astfel încât să acopere numai un anumit grup de interacţii, deci ar conţine câţiva parametri neexplicaţi reprezentând limitările respectivului model; aceştia ar urma să fie explicaţi în cadrul unui alt model. Astfel se pot acoperi din ce în ce mai multe fenomene cu o din ce în ce mai mare precizie, printr-un mozaic de modele cuplate al cărui număr de parametri neexplicaţi ar descreşte mereu. Aşadar, adjectivul „*bootstrap*" nu s-ar potrivi nici unui model individual, dar s-ar aplica ansamblului de modele mutual consistente, din care nici unul nu ar avea caracter fundamental. Aşa cum a spus Chew, „Orice fizician care este capabil să privească un număr de modele teoretice

fără să considere pe vreunul mai important decât celelalte, este în mod automat un adept al punctului de vedere *bootstrap*."[16]

Există deja un număr de modele parțiale, cu domeniu de valabilitate limitat, ceea ce arată că programul *bootstrap* va câștiga teren în viitorul apropiat. În ceea ce privește hadronii, cea mai importantă problemă pe care o au de soluționat teoria matricei S și ipoteza *bootstrap* este legată de justificarea structurii de quark caracteristică interacțiilor tari. Până de curând, abordarea din perspectiva ipotezei *bootstrap* nu putea explica regularitățile observate și chiar din acest motiv nu era luată în serios de fizicieni. Cei mai mulți preferau să lucreze cu modelul quark-urilor care, chiar dacă nu explica, oferea măcar o descriere fenomenologică. Situația s-a schimbat radical în ultimii șase ani. Progresele înregistrate în dezvoltarea matricei S au revoluționat știința, permițând stabilirea unor rezultate specifice modelului de quark fără a se postula existența quark-urilor. Aceste rezultate i-au entuziasmat pe adepții teoriei matricei S și se pare că vor determina întreaga comunitate a fizicienilor să își revizuiască atitudinea față de abordarea *bootstrap* a fizicii domeniului subatomic.

Hadronii, așa cum sunt ei caracterizați în teoria *bootstrap*, pot fi descriși cu această frază șocantă: „orice particulă este compusă din alte particule". Nu trebuie să ne imaginăm această situație în sens static. Hadronii nu se „conțin" reciproc, se „implică" reciproc în sensul dinamic și probabilistic al afirmației rezultate din teoria matricei S, fiecare hadron reprezentând o potențială „stare legată" a tuturor seturilor de particule care pot interacționa pentru a forma hadronul în discuție. În acest sens, toți hadronii sunt structuri compuse ale căror componente sunt tot hadroni, nici unul din ei nefiind cu nimic mai „elementar" decât ceilalți. Forțele care mențin aceste structuri se manifestă prin intermediul schimbului de particule – particulele care fac obiectul transferului fiind la rândul lor hadroni. De aceea, fiecare hadron joacă trei roluri diferite: este o structură compusă, poate fi component al unui alt hadron și poate

constitui obiectul schimbului între componentele unui hadron, participând astfel la stabilirea forţelor care menţin o structură. Conceptul de *crossing** este esenţial pentru acest model. Fiecare hadron este un sistem în care acţionează forţele asociate schimbului altor hadroni pe canalul transversal, fiecare dintre aceştia fiind un sistem făcut posibil de forţe la stabilirea cărora contribuie hadronul în discuţie. În acest fel „fiecare particulă participă la formarea altei particule care, la rândul ei, participă la formarea celei care a generat-o."[17] Întregul set de hadroni se autogenerează astfel – altfel spus, se continuă la nesfârşit prin conexiunile sale. Aşadar, mecanismul extrem de complex al *bootstrap*-ului are caracter autodeterminist, ceea ce înseamnă că nu există decât un singur mod în care acest mecanism poate fi realizat. Cu alte cuvinte, nu este posibilă decât existenţa unui singur set de hadroni care să prezinte proprietatea de self-consistenţă – şi anume, cel aflat în natură.

În concepţia *bootstrap* toate particulele se compun în mod dinamic şi self-consistent una din alta şi numai în acest sens se poate spune că ele se „conţin" reciproc. O noţiune similară se aplică Universului în budismul Mahayana. Această reţea cosmică de lucruri şi evenimente care se întrepătrund este ilustrată în *Avatamsaka Sutra* prin metafora pânzei lui Indra, imensa împletitură de pietre preţioase aflată deasupra palatului lui Indra. Charles Eliot arăta:

> *Se spune că în paradisul lui Indra se află o împletitură de perle dispuse în aşa fel încât dacă o priveşti pe una din ele le vezi pe toate celelalte reflectate în ea. Tot astfel, orice obiect din lume nu este doar el însuşi, ci le implică pe toate celelalte. „În fiecare fir de praf se află nenumăraţi Budha".*[18]

Cu adevărat surprinzătoare este asemănarea dintre această imagine şi aceea desprinsă din teoria *bootstrap.*

---

* Intersectare, încrucişare (*N.T.*)

Metafora pânzei lui Indra poate fi considerată primul model *bootstrap* elaborat de înțelepții Orientului cu 2500 de ani înaintea apariției fizicii particulelor. Budiştii insistă asupra faptului că întrepătrunderea nu este un concept comprehensibil pe cale rațională, ci unul care trebuie experimentat de mentalul iluminat prin intrarea în starea de meditație. D. T. Suzuki scria despre aceasta:

> *Budha cel din Gandavyuha nu mai trăieşte în lumea ce poate fi cuprinsă în concepte ca spațiu şi timp. Conştiința sa încetează să fie aceea a mentalului cenzurat de semnificații şi logică Budha din Gandavyuha trăieşte într-o lume spirituală, o lume care are propriile ei legi.*[19]

În fizica modernă situația este identică. Ideea de particulă care le conține pe toate celelalte nu poate fi cuprinsă într-un cadru limitat de conceptele de spațiu şi timp. Ea descrie o realitate care, ca şi aceea a lui Budha, are propriile ei legi. În cazul *bootstrap*-ului hadronic, ele sunt legile teoriei cuantice şi ale teoriei relativității, ideea-cheie fiind aceea că forțele care mențin particulele în sisteme sunt ele însele particule transferate prin canalele de schimb. Deşi acestui concept i se poate acorda o semnificație matematică precisă, el rămâne în continuare imposibil de vizualizat. Este un aspect strict relativist al *bootstrap*-ului şi, cum nu putem experimenta în mod direct spațiu-timpul cvadridimensional, este extrem de dificil să ne imaginăm o particulă care conține toate celelalte particule şi este în acelaşi timp conținută de ele. Dar chiar aceasta este viziunea Mahayana:

> *Când aşezi partea lângă întreg, vezi că partea umple întregul şi în acelaşi timp îl cuprinde în ea însăşi.*[20]

Ideea de particulă care le conține pe toate celelalte nu a apărut numai în filosofia mistică a Orientului, ci şi în cea a Occidentului. Iată cum este exprimată ea în celebrele versuri ale lui William Blake:

Să vezi lumea într-un grăunte de nisip
Şi cerul într-o floare de câmp,
Să ţii infinitul în palmă
Şi veşnicia într-o oră.

Din nou, experienţa mistică a produs o imagine de tip *bootstrap*; dacă poetul vede lumea întreagă într-un grăunte de nisip, fizicianul contemporan vede cosmosul într-un hadron.

Aceeaşi imagine se desprinde şi din opera filosofică a lui Leibniz, care considera că lumea este formată din entităţi fundamentale numite „monade", fiecare din ele oglindind întregul Univers. Concepţia lui Leibniz se apropie mult de aceea a budismului Mahayana şi de teoria *bootstrap**. În lucrarea sa, *Monadologia*, Leibniz scria:

> *Orice porţiune de materie este ca o grădină plină de flori sau ca un lac bogat în peşte. Dar fiece ramură a unei plante, fiece parte a trupului unui animal, fiece picătură din umorile sale este la rândul său o grădină sau un lac.*[21]

Interesant este faptul că paralelele care se pot stabili între aceste pasaje şi *Avatamsaka Sutra* par să indice faptul că Leibniz a fost influenţat de budism. Joseph Needham susţine[22] că Leibniz se familiarizase cu spiritualitatea şi cultura chineză prin intermediul traducerilor făcute de călugării iezuiţi şi că este posibil ca sistemul său filosofic să fi fost inspirat de şcoala neo-confucianistă Chu Hsi, ale cărei idei i-ar fi fost cunoscute. Această şcoală îşi are rădăcinile în budismul Mahayana şi în particular în şcoala *Avatamsaka* (în chineză *Hua-yen*) desprinsă din şcoala Mahayana. Needham menţionează parabola şiragului de perle al lui Indra chiar în legătură cu monadele lui Leibniz.

O comparare aprofundată a conceptului leibnizian de „relaţie de reflectare" între monade cu ideea de

---

* Paralela între concepţia lui Leibniz şi *bootstrap*-ul hadronic a fost abordată recent (vezi G. Gale, *Chew's Monadology*, Journal of History of Ideas, vol. 35 (aprilie–iunie 1974), pag. 339–348).

întrepătrundere datorată şcolii Mahayana, pune totuşi în evidenţă suficiente diferenţe şi demonstrează că viziunea budistă asupra materiei se apropie mai mult decât aceea a lui Leibniz de concepţia datorată fizicii contemporane. Deosebirea de fond pare a fi aceea că Leibniz vede monadele ca pe constituenţii ultimi ai materiei. El îşi începe *Monadologia* cu următoarele cuvinte: „monada despre care vom vorbi aici este substanţa simplă care intră în compoziţia tuturor lucrurilor; *simplă*, adică necompusă din alte părţi." Şi în continuare, „monadele sunt adevăraţii atomi din natură, într-un cuvânt, constituenţii tuturor lucrurilor."[23] Acest mod de a concepe „fundamentele" se află într-un contrast izbitor cu teoria *bootstrap* şi diferă esenţial de concepţia Mahayana care respinge ideea existenţei entităţilor fundamentale şi a substanţei ultime. Gândirea fundamentelor la Leibniz îşi găseşte expresie şi în concepţia sa despre forţe, pe care le consideră „legi implantate de voinţa divină", esenţial diferite de materie. „Forţa şi activitatea", scria el, „nu pot avea aceeaşi origine ca şi ceva atât de pasiv cum este materia."[24] Din nou, o afirmaţie contrară celor din fizica modernă şi mistica orientală.

Din punctul de vedere al relaţiei dintre monade, principala deosebire faţă de *bootstrap* constă în aceea că monadele nu interacţionează una cu alta; ele „nu au ferestre", cum spune Leibniz şi nu fac decât să se reflecte una în alta. Aceasta în timp ce, în teoria *bootstrap* ca şi în budismul Mahayana, accentul este pus pe interacţia sau „întrepătrunderea" dintre toate particulele. Mai mult, viziunile *bootstrap* şi Mahayana sunt viziuni în „spaţiu-timpul" în care obiectele apar ca nişte evenimente ce nu pot fi înţelese decât odată cu faptul că spaţiul şi timpul sunt şi ele, întrepătrunse.

Teoria *bootstrap* a hadronilor este departe de a fi completă, iar dificultăţile de formulare sunt considerabile. Cu toate acestea, fizicienii au început deja să extindă acest mod de abordare şi la alte domenii decât interacţiile tari. De fapt, el va trebui să depăşească contextul actual al teoriei matricei S care a fost elaborată special pentru a descrie interacţiile tari. Va căpăta un mai mare grad de generalitate;

şi, în acest cadru larg, unele din noţiunile acceptate azi ca postulate vor fi tratate prin metoda *bootstrap* – vor fi derivate din self-consistenţă. După părerea lui Geoffrey Chew, în această categorie vor putea intra concepţia noastră despre spaţiu-timpul macroscopic şi, poate, chiar conştiinţa:

> *În ultimă instanţă, ipoteza bootstrap implică şi conştiinţa, ca şi toate celelalte aspecte ale naturii ca necesitate a self-consistenţei întregului.*[25]

Iată, din nou, o concepţie în perfectă armonie cu viziunile desprinse din tradiţia mistică a Orientului în care conştiinţa a fost privită întotdeauna ca o parte integrantă a Universului. Fiinţa umană şi toate formele vieţii sunt, pentru mistici, părţi ale întregului organic inseparabil. Dacă omul este dotat cu inteligenţă, atunci întregul din care el face parte este dotat, de asemenea, cu inteligenţă. Omul este dovada vie a inteligenţei cosmice; prin noi, Universul îşi afirmă mereu capacitatea de a produce forme prin care devine conştient de el însuşi.

Problema conştiinţei a apărut în fizica modernă o dată cu observarea fenomenelor atomice. Teoria cuantică a arătat că aceste fenomene nu pot fi înţelese decât ca nişte conexiuni într-un lanţ de procese la capătul căruia se află conştiinţa observatorului. În exprimarea lui Eugene Wigner, „legile teoriei cuantice nu se pot formula în mod consistent fără a face apel la conştiinţa observatorului."[26] Formularea pragmatică a teoriei cuantice promovată de oamenii de ştiinţă în lucrările lor nu conţine referiri explicite la conştiinţă. Dar Wigner şi alţii afirmă că includerea explicită a conştiinţei umane ar putea reprezenta un aspect esenţial al viitoarelor teorii.

O asemenea direcţie de dezvoltare ar deschide posibilităţi incitante de interacţie între fizică şi mistica orientală. Înţelegerea legăturii conştiinţei cu restul Universului reprezintă punctul de plecare pentru întreaga experienţă mistică. De-a lungul secolelor, misticii orientali au explorat variate stări ale conştiinţei, iar concluziile la care au ajuns diferă adesea în mod radical de ideile filosofice ale Vestului. Dacă fizicienii doresc într-adevăr să includă în domeniul

lor de cercetare natura conştiinţei umane, atunci studiul filosofiei orientale le-ar putea oferi puncte de vedere noi şi stimulatoare.

Astfel, extinderea teoriei *bootstrap* în aşa fel încât să includă spaţiu-timpul şi conştiinţa umană deschide posibilităţi fără precedent care depăşesc cadrul convenţional al ştiinţei.

> *Un asemenea pas ar reprezenta cu mult mai mult decât oricare pas făcut în teoria bootstrap a hadronilor; am fi obligaţi să ne confruntăm cu conceptul evaziv de observaţie şi chiar cu cel de conştiinţă. Lupta noastră cu hadronii şi cu teoria bootstrap s-ar putea să nu fie decât anticiparea unei alte strădanii care, deşi nu se va afla în afara domeniului de studiu al fizicii, nu va mai putea fi numită ştiinţă.*[27]

Atunci, încotro ne duce ideea *bootstrap*? Aceasta, bineînţeles, n-o ştie nimeni, dar speculaţia cu privire la destinaţia finală este fascinantă. Ne putem imagina un sistem de noi teorii care vor acoperi o gamă din ce în ce mai largă de fenomene ale naturii cu un grad de precizie din ce în ce mai ridicat; un sistem care va include din ce în ce mai puţine mărimi postulate şi în care din ce în ce mai multe mărimi vor fi derivate din consistenţa mutuală a părţilor. Apoi, într-o zi, se va ajunge într-un stadiu în care singurele mărimi postulate vor fi elementele cadrului ştiinţific. Mai departe teoria nu îşi va putea exprima rezultatele discursiv, prin apelul la concepte şi astfel va depăşi cadrul ştiinţei. Dintr-o *teorie bootstrap* a naturii se va transforma într-o *viziune bootstrap* care va transcende zona intelectului şi a limbajului, purtându-ne dincolo de domeniul ştiinţei, pe tărâmul *acintya,* care scapă gândirii. Cunoaşterea aceasta va fi completă, dar inexprimabilă în cuvinte; va fi cunoaşterea la care se referea Lao Tse acum peste două mii de ani, când spunea:

> *Acela care ştie nu vorbeşte,*
> *Acela care vorbeşte nu ştie.*[28]

epilog

Filosofiile religioase ale Orientului au ca obiect cunoaşterea mistică, prin definiţie atemporală care, sustrăgându-se controlului raţiunii, este inexprimabilă în cuvinte. Relaţia cu demersul ştiinţific propriu fizicii contemporane nu constituie decât unul din aspectele sale, dar, la fel ca toate celelalte, este nedemonstrabil; existenţa acestei relaţii nu poate decât să fie experimentată în mod direct, pe calea intuiţiei. Nu am urmărit să realizez aici o demonstraţie riguroasă, dar sper că am reuşit măcar într-o oarecare măsură să ofer cititorului ocazia de a retrăi din când în când o experienţă care pentru mine a devenit o sursă de continuă bucurie şi inspiraţie – conştiinţa faptului că principalele modele şi teorii ale fizicii moderne conturează o concepţie despre lume aflată în perfect acord cu viziunea mistică orientală.

Pentru aceia care sunt conştienţi de această armonie, semnificaţia similitudinii perfecte între concepţiile fizicienilor şi cele ale misticilor este mai presus de oricę îndoială. Întrebarea care se pune nu mai este *dacă* această similitudine există, ci *de ce*; şi mai mult decât atât, ce consecinţe determină ea.

În încercarea lor de a descifra misterul Vieţii oamenii au abordat mai multe căi. Printre acestea, calea mistică şi demersul ştiinţific; dar încă multe altele: demersul poetic, mitologic, calea clovnului, calea şamanului – pentru a numi

doar câteva. Şi am ajuns astfel să dispunem de felurite modele ale lumii, atât verbale cât şi non-verbale, fiecare din ele accentuând câte un alt aspect. Fiecare este valabil şi util în contextul în care s-a dezvoltat. Dar toate nu sunt decât descrieri, reprezentări ale realităţii şi de aceea reprezintă o cunoaştere limitată. Nici una nu conturează imaginea completă a lumii.

Concepţia mecanicistă din fizica clasică este utilă pentru înţelegerea fenomenelor care ne sunt familiare şi, de aceea, ideală pentru descrierea mediului înconjurător; ea a constituit baza pe care s-a dezvoltat tehnologia. Dar ea nu este adecvată descrierii realităţii subatomice. Viziunea mistică asupra lumii, în contrast cu concepţia mecanicistă, ar putea fi definită concis ca „organică", deoarece consideră toate fenomenele din Univers părţi inseparabile ale unui întreg. Această viziune apare în tradiţia mistică în acea stare a conştiinţei numită stare de meditaţie. Misticii uzează pentru a-şi descrie experienţa de concepte care sunt în general neadecvate descrierii ştiinţifice a fenomenelor macroscopice. Viziunea organică nu stă la baza dezvoltării maşinismului, nici nu oferă soluţii pentru problemele tehnice şi tehnologice cu care se confruntă o lume suprapopulată.

Atât concepţia mecanicistă cât şi cea organică ne sunt utile în viaţa de toate zilele; prima, pentru că impulsionează dezvoltarea ştiinţei şi a tehnologiei, cealaltă, pentru viaţa spirituală. Conceptele mecaniciste îşi pierd valabilitatea îndată ce se depăşeşte spaţiul experienţei comune şi trebuie înlocuite de concepte organice similare cu cele ale misticilor. În aceasta constă experienţa esenţială a fizicii moderne care a constituit subiectul expunerii mele. Fizica secolului al XX-lea a dovedit că, deşi aproape lipsite de valoare în ceea ce priveşte aplicabilitatea lor în ştiinţa şi tehnologia convenţională, noţiunile concepţiei organice devin extrem de utile la scară atomică şi subatomică. În acest sens, viziunea organică pare să aibă un caracter fundamental decât cea mecanicistă. Fizica clasică, având-o la bază pe cea din urmă, poate fi derivată ca un caz particular din teoria

cuantică ce implică o viziune organică, în timp ce reciproca nu este posibilă. Iată o primă dovadă că viziunile filosofice ale fizicii moderne şi misticii orientale sunt identice. Ambele se conturează o dată cu căutarea naturii fundamentale a lucrurilor – în fizică, pe măsură ce se penetrează mai adânc în intimitatea materiei; în mistică, pe măsură ce se experimentează stări mai profunde ale conştiinţei – şi se descoperă o altă realitate în spatele aparenţei experienţei comune.

Legătura devine şi mai plauzibilă o dată cu enunţarea altor similitudini existente în ciuda modalităţilor diferite de abordare. Pentru început, metoda – este în ambele cazuri cea empirică. Fizicienii ajung la cunoaştere pe calea experimentului; misticii, prin meditaţie. Este vorba în ambele cazuri despre observare ca unică sursă a cunoaşterii. Misticul îşi observă şi explorează propria conştiinţă la diferite niveluri, ceea ce include trupul ca manifestare fizică a mentalului. Multe tradiţii orientale subliniază faptul că experienţa propriului corp este cheia experienţei mistice a lumii. Omul sănătos nu percepe părţile separate ale corpului său, ci este conştient de propriul corp ca de un întreg, iar această conştiinţă generează o stare de bine şi de fericire. Tot astfel, misticul are conştiinţa cosmosului ca întreg şi ca extensie a propriului său corp. Lama Govinda spunea că

> *Pentru omul iluminat... a cărui conştiinţă îmbrăţişează Universul, acesta devine propriul său „corp", în timp ce trupul său fizic devine manifestarea Spiritului Universal, viziunea sa devine expresie a unei realităţi superioare, iar discursul său, expresia adevărului etern şi a puterii mantrei.*[1]

Spre deosebire de mistic, fizicianul îşi începe investigaţia cu studiul domeniului material. Penetrându-i zonele din ce în ce mai ascunse, el devine conştient de unitatea lumii. Mai mult decât atât, a învăţat că el însuşi şi conştiinţa sa sunt o parte a acestei unităţi. Misticul şi fizicianul ajung la aceeaşi concluzie; unul pornind de la

lumea interioară, celălalt de la cea exterioară. Şi acest acord nu face decât să confirme străvechea înţelepciune indiană după care *Brahman*, absolutul obiectiv şi *Atman*, absolutul subiectiv, sunt identice.

Un alt aspect care apropie calea fizicianului de aceea a filosofului mistic se referă la aceea că observaţia se realizează în zone inaccesibile simţurilor. În ceea ce priveşte fizica, este vorba de domeniul atomic şi subatomic; în ceea ce priveşte demersul mistic, este vorba de stările speciale ale conştiinţei care se situează la nivelurile superioare aceluia al simţurilor. Misticii vorbesc adesea despre experienţa unor dimensiuni superioare în care impresiile produse de diferitele centre ale conştiinţei se integrează armonios. O situaţie asemănătoare apare în fizica modernă unde s-a dezvoltat formalismul „spaţiu-timpului" cvadridimensional ce unifică noţiunile şi observaţiile care în spaţiul tridimensional obişnuit aparţin unor categorii diferite. În ambele cazuri este vorba despre experienţa unor spaţii multidimensionale ce depăşesc cadrul senzorial şi de aceea sunt aproape imposibil de exprimat în cuvinte.

Iată că abordarea fizicianului contemporan şi cea a misticului din Orient, deşi păreau la început complet diferite, au foarte multe în comun. Nu trebuie să ne surprindă faptul că descrierile lor dovedesc asemănări izbitoare. O dată acceptate, acestea vor genera anumite întrebări cu privire la implicaţii. Oare ştiinţa modernă, cu instrumentarul său sofisticat, nu face decât să redescopere străvechea înţelepciune care le este familiară maeştrilor din Orient de mii de ani? Ar trebui oare, ca fizicienii să abandoneze metoda ştiinţifică şi să se întoarcă la meditaţie? Se pot influenţa reciproc ştiinţa şi filosofia mistică; este oare cu putinţă o sinteză între acestea două?

Cred că toate aceste întrebări au un răspuns negativ. Eu văd mistica şi ştiinţa ca pe două manifestări complementare ale mentalului, ale facultăţilor sale intuitive şi raţionale. Fizicianul contemporan cercetează lumea printr-o extremă rafinare a raţiunii; misticul, printr-o extremă rafinare

a intuiției. Sunt două modalități de abordare complet diferite, care implică mult mai mult decât o anumită concepție despre lumea fizică. Dar ele sunt – așa cum ne-a învățat fizica să le numim – complementare. Nici una din ele nu poate fi înțeleasă în contextul celeilalte, nici una nu poate fi redusă la cealaltă; amândouă sunt necesare înțelegerii totale a lumii, completându-se reciproc. Ca să parafrazăm un vechi aforism chinez, misticii cunosc rădăcina lui *Tao*, dar nu și ramurile; oamenii de știință îi cunosc ramurile, dar nu și rădăcina. Știința nu are nevoie de mistică, mistica nu are nevoie de știință; dar oamenii au nevoie de amândouă. De filosofie mistică pentru a înțelege natura ultimă a lucrurilor, de știință pentru a trăi în societatea modernă. Nu de sinteza acestora două avem nevoie, ci de interacția dinamică dintre intuiția mistică și analiza științifică.

Până acum societatea noastră nu a ajuns la această performanță. Atitudinea noastră actuală este prea *yang* – ca să ne exprimăm în termenii filosofiei chineze –, prea rațională, masculină, prea agresivă. Oamenii de știință sunt ei înșiși un exemplu tipic în acest sens. Deși teoriile științifice pun în evidență un substrat filosofic apropiat viziunii mistice, este surprinzător cât de puțin afectează acest fapt atitudinea celor mai mulți oameni de știință. În accepția mistică, cunoașterea nu poate fi ruptă de un stil de viață care devine expresia vie a acestei cunoașteri. Dobândirea cunoașterii mistice presupune o transformare; s-ar putea spune că, de fapt, cunoașterea *este* transformare. Aceasta în timp ce cunoașterea științifică se menține adesea la nivel abstract, teoretic. De aceea, cei mai mulți dintre fizicienii de azi nu par deloc a-și da seama de implicațiile filosofice, culturale și spirituale ale teoriilor lor. Majoritatea fizicienilor susține activ o societate al cărei mecanism de funcționare are la bază concepția mecanicistă, fragmentară, neînțelegând că demersul științific depășește această viziune, năzuind spre unitatea cosmică ce include nu doar lumea materială, ci și ființa umană. Eu cred că viziunea asupra lumii conturată de teoriile fizicii moderne este în dezacord cu societatea

contemporană care nu reflectă armonioasa intercorelare observată în natură. Pentru a atinge starea de armonie dinamică va fi necesară formarea unei structuri socio-economice radical diferite, o revoluție culturală în adevăratul sens al cuvântului. Supraviețuirea întregii civilizații ar putea depinde de capacitatea noastră de a realiza o asemenea schimbare. Şi va depinde în ultimă instanță de capacitatea noastră de a adopta ceva din atitudinea *yin* a filosofiei mistice orientale, de a percepe unitatea lumii şi de a deprinde arta de trăi în armonie.

noua fizică revizuită - postfață la ediția a doua

De la prima publicare a cărții *The Tao of Physics* s-au înregistrat progrese considerabile în diferite domenii ale fizicii subatomice. Aşa cum am arătat în prefața la această ediție, noile rezultate nu infirmă existența asemănărilor dintre fizică şi filosofia orientală, ci dimpotrivă, le pun şi mai bine în evidență. Aş dori să expun aici cele mai relevante rezultate obținute până în vara anului 1982.

Una din cele mai profunde transformări, care validează concepția conturată în filosofia mistică orientală, este legată de înțelegerea faptului că fenomenele naturii şi componenții materiei sunt intercorelate, ca şi de conştiința faptului că acestea nu pot fi concepute ca entități izolate, ci numai ca părți ale întregului cosmic. Noțiunea de „intercorelare cuantică" pe care am expus-o pe larg în capitolul 10, a fost subliniată de Bohr şi Heisenberg pe parcursul istoriei teoriei cuantice. Dar, o dată cu conturarea în ultimele două decenii a ideii că Universul ar putea prezenta o intercorelare mult mai subtilă decât s-a crezut până nu demult, a început să i se acorde o atenție sporită. Noul tip de intercorelare luat recent în discuție nu numai că validează ipoteza existenței unei paralele între concepțiile fizicienilor şi ale misticilor, dar ridică problema incitantă a posibilității de a stabili o legătură între fizica subatomică şi teoria psihologului Jung şi chiar între fizica subatomică şi parapsihologie; în plus, pune într-o nouă lumină rolul fundamental al probabilității în fizica cuantică.

În fizica clasică se face apel la probabilități ori de câte ori este vorba despre detalii necunoscute ale evenimentului în discuție. De exemplu, la aruncarea unui zar s-ar putea – în principiu – stabili pe care față ar urma să cadă acesta dacă s-ar cunoaşte toate detaliile mecanice: compoziția exactă a substanței din care este făcut zarul, starea suprafețelor sale etc. Aceste detalii sunt numite variabile locale, deoarece depind de obiectul studiat. În fizica subatomică variabilele locale sunt corelațiile stabilite între evenimentele separate prin semnale – particule sau sisteme de particule – care respectă legile obişnuite ale separării spațiale; de exemplu, aceea care statuează că nici un semnal nu poate fi transmis cu o viteză mai mare decât viteza luminii. Dar, pe lângă corelațiile locale, au fost puse în evidență corelații globale instantanee, a căror existență n-a putut fi încă prezisă pe baza unui formalism matematic.

Corelarea globală este considerată de unii fizicieni însăşi esența realității cuantice. În teoria cuantică evenimentele individuale nu au întotdeauna o cauză bine definită. De exemplu, trecerea unui electron de pe o orbită atomică pe alta sau dezintegrarea unei particule se pot produce spontan, fără vreo cauză. Nu se poate preciza în nici un fel când şi cum se va produce un asemenea eveniment; nu i se poate preciza decât probabilitatea de apariție. Asta nu înseamnă că fenomenele atomice se produc arbitrar; înseamnă doar că nu sunt determinate de cauze locale. Comportarea părții este determinată de conexiunile sale globale şi, atâta timp cât acestea nu ne sunt cunoscute cu precizie, suntem nevoiți să înlocuim noțiunile clasice înguste de cauză şi efect cu mult mai profundul concept de cauzalitate statistică. Legile fizicii atomice sunt legi statistice, conform cărora probabilitățile de producere a evenimentelor sunt determinate de dinamica întregului sistem atomic. În timp ce în fizica clasică proprietățile şi comportarea părților le determină pe acelea ale întregului, în fizica cuantică situația se schimbă: întregul determină comportarea părții.

Aşadar, probabilitatea este utilizată în fizica clasică din acelaşi motiv. În ambele cazuri există variabile „ascunse", necunoscute nouă; iar necunoaşterea lor ne împiedică să facem predicţii exacte. Dar există o diferenţă esenţială. În vreme ce variabila ascunsă a fizicii clasice reprezintă un mecanism local, aceea a fizicii cuantice este un mecanism global, o conexiune instantanee cu întregul Univers. În domeniul macroscopic al experienţei comune conexiunile globale sunt relativ lipsite de importanţă şi de aceea putem vorbi despre obiecte separate şi putem formula legi care le descriu cu certitudine comportarea. Dar, pe măsură ce pătrundem în zona dimensiunilor microscopice, influenţa conexiunilor globale devine din ce în ce mai importantă, certitudinea cedează locul probabilităţii şi separarea părţii de întreg devine tot mai dificilă.

Existenţa conexiunilor globale şi rolul fundamental al probabilităţii n-au fost niciodată acceptate de Einstein. Ele au constituit chiar obiectul disputei de idei dintre Einstein şi Bohr în anii '20; Einstein şi-a exprimat opoziţia faţă de interpretarea dată de Bohr teoriei cuantice prin faimoasa metaforă „Dumnezeu nu joacă zaruri"[1] La sfârşitul dezbaterii, Einstein a trebuit, însă, să admită că teoria cuantică, aşa cum era interpretată discursiv de Bohr şi Heisenberg, constituia un sistem de gândire consistent; dar el a rămas cu convingerea că se va găsi cândva o interpretare deterministă în termenii variabilelor locale ascunse.

Dezacordul dintre Einstein şi Bohr se datora credinţei lui Einstein într-o realitate exterioară constând din elemente independente separate spaţial. În tentativa de a demonstra inconsistenţa interpretării dată de Bohr teoriei cuantice, Einstein a conceput un experiment imaginar cunoscut sub numele de experimentul Einstein-Podolsky-Rosen (EPR)[2]. După trei decenii, pornind de la experimentul EPR, John Bell a enunţat o teoremă care demonstrează că existenţa variabilelor ascunse este în total dezacord cu formulările statistice ale teoriei cuantice[3] Teorema lui Bell a dat lovitura de graţie atitudinii promovate de Einstein, arătând că ipoteza

realității care constă din elemente separate asupra cărora se exercită conexiuni locale este incompatibilă cu teoria cuantică.

În ultimii ani experimentul EPR a fost repus în discuție şi analizat în repetate rânduri de către fizicienii care se preocupă de interpretarea filosofică a teoriei cuantice, deoarece el constituie exemplul ideal pentru evidențierea deosebirii dintre conceptele clasice şi cele cuantice[4]. Pentru scopul pe care ni l-am propus este suficientă prezentarea unei versiuni simplificate; aceasta se referă la doi electroni aflați în mişcare de precesie şi are la bază interpretarea dată de David Bohm.[5] Pentru a putea ajunge la fondul problemei este necesar să înțelegem câteva dintre proprietățile spinului electronului. Imaginea clasică a mingii de tenis care se roteşte în jurul axei proprii nu corespunde pe deplin descrierii spinului particulelor subatomice. Într-un anume sens, spinul reprezintă o rotație în jurul axei proprii, dar ca întotdeauna, se dovedeşte că pentru fizica subatomică acest concept clasic are un caracter limitat. În cazul electronului, spinul admite doar două valori: valoarea absolută este întotdeauna aceeaşi, dar electronul se poate roti în jurul unei singure axe în două sensuri: în sensul acelor de ceasornic sau în sens invers acelor de ceasornic. Fizicienii desemnează adesea aceste două sensuri prin „sus" şi „jos".

Proprietatea crucială a spinului electronic, fără semnificație în contextul fizicii clasice, constă în aceea că axa de rotație nu poate fi definită întotdeauna cu certitudine. Aşa cum prezintă tendințe de a se afla în anumite puncte din spațiu, tot aşa electronii prezintă şi tendințe de a efectua mişcări de precesie în jurul unor axe. Ori de câte ori se efectuează măsurători referitoare la o anumită axă de rotație, se constată că electronul poate efectua o mişcare de precesie într-un sens sau în celălalt în jurul axei respective. Cu alte cuvinte, prin însuşi actul observației se alocă particulei o anumită axă de precesie; dar înainte de realizarea acestui act nu se poate spune că electronul se roteşte în jurul unei axe bine definite ci, mai degrabă, că are tendința – sau potențialitatea – de a o face.

Cunoscând aceste proprietăți ale spinului electronic putem analiza acum experimentul EPR și teorema lui Bell. Experimentul se referă la doi electroni care prezintă mișcări de precesie în sensuri opuse, astfel încât spinul lor total să fie egal cu zero. Există mai multe metode experimentale prin care electronii pot să fie aduși într-o asemenea stare, astfel încât fără a cunoaște direcțiile spinilor individuali să fim siguri că spinul lor total este nul. Să presupunem acum că aceste două particule sunt deplasate cumva, dar în așa fel încât să nu le fie afectat spinul. Pe măsură ce particulele se depărtează una de cealaltă spinul lor total rămâne nul; o dată ce ajung să fie separate printr-o distanță suficient de mare, li se măsoară spinii individuali. Un aspect important al experimentului constă în aceea că distanța dintre particule poate fi oricât de mare: una se poate afla la New York și cealaltă la Paris, sau una pe Pământ și cealaltă pe Lună.

Să presupunem că spinul particulei 1 este măsurat de-a lungul unei axe verticale și se constată că este „sus". Datorită faptului că spinul total al celor două particule este nul, măsurătoarea ne spune că spinul celei de-a doua trebuie să fie „jos". Astfel, prin simpla măsurare a spinului particulei 1 efectuăm o măsurare indirectă a spinului particulei 2, deci, fără a acționa în vreun fel asupra ei. Caracterul paradoxal al experimentului EPR vine din aceea că observatorul este liber să își aleagă axa pentru măsurătoare. Teoria cuantică ne spune că spinii a doi electroni vor avea valori opuse pentru o axă dată, dar, înainte ca actul măsurării să fie săvârșit, ei vor exista numai ca tendințe. Alegerea de către observator a unei anumite axe și efectuarea măsurării conferă ambelor particule o axă de precesie bine definită. Esențial este faptul că nu putem alege în ultima clipă axa, adică exact atunci electronii se află deja la distanță foarte mare unul de celălalt. În fracțiunea de secundă în care se efectuează măsurarea asupra particulei 1 particula 2 – care se poate afla la mii de mile depărtare – va adopta un spin bine definit de-a lungul unei axe alese. De unde știe particula 2 ce axă am ales noi? Nu există nici un

semnal convențional care să transmită instantaneu această informație.

În aceasta constă cheia experimentului EPR şi la acest nivel se plasează conflictul de idei dintre Einstein şi Bohr. După părerea lui Einstein, de vreme ce nici un semnal nu se poate propaga cu viteză mai mare decât viteza luminii, este imposibil ca măsurătoarea efectuată asupra unui electron să determine instantaneu direcția spinului celuilalt electron aflat la mii de mile depărtare. După părerea lui Bohr, sistemul celor două particule este un întreg indivizibil chiar dacă particulele sunt separate printr-o distanță enormă; sistemul nu poate fi analizat la nivelul părților. Deşi cei doi electroni se află departe unul de celălalt, ei sunt legați prin conexiuni globale, instantanee. Aceste conexiuni nu reprezintă semnale în sensul einsteinian; ele nu au nimic de-a face cu noțiunea convențională de transfer de informație. Teorema lui Bell validează poziția lui Bohr şi demonstrează cu rigurozitate că ideea lui Einstein de realitate fizică alcătuită din elemente separate este incompatibilă cu legile teoriei cuantice. Altfel spus, teorema lui Bell demonstrează că Universul este un tot inseparabil, interdependent, al cărui aspect fundamental îl constituie proprietatea de interconectare a părților. Adică, aşa cum arăta înțeleptul budist Nagarjuna cu sute de ani în urmă,

> *Toate lucrurile îşi află esența în dependența mutuală; ele nu sunt nimic prin ele însele.*

Cercetarea actuală urmăreşte realizarea unificării celor două teorii de bază, teoria cuantică şi teoria relativității, într-o teorie completă a particulelor subatomice. Până acum nu s-a reuşit formularea unei asemenea teorii complete, dar dispunem deja de câteva modele parțiale care descriu foarte bine unele aspecte ale fenomenologiei la nivel subatomic. În prezent există în fizică două tipuri diferite de teorii „cuantic-relativiste" care şi-au dovedit valabilitatea în domenii diferite. Unul dintre ele este grupul de teorii cuantice de câmp (vezi capitolul 14) care s-au dovedit foarte utile în descrierea interacțiilor tari. Marea problemă care rămâne încă nerezolvată este cea legată de unificarea teoriei

cuantice şi a teoriei generale a relativităţii într-o teorie cuantică a gravitaţiei. Deşi recentele progrese în elaborarea teoriilor „supergravitaţiei"[6] reprezintă un pas înainte, totuşi nu s-a găsit până acum teoria pe deplin satisfăcătoare.

Teoriile cuantice de câmp, descrise în detaliu în capitolul 14, se bazează pe conceptul de câmp cuantic, entitate fundamentală cu dublă manifestare – continuă, deci câmp şi discontinuă, deci particulă – care face ca fiecărui tip de câmp să i se asocieze un anumit tip de particulă. Aceste teorii au înlocuit noţiunea de particulă ca obiect fundamental cu aceea mult mai subtilă de câmp cuantic. Cu toate acestea, ele operează cu entităţi fundamentale şi datorită acestui fapt sunt teorii semiclasice care nu evidenţiază suficient natura cuantic-relativistă a materiei subatomice.

Electrodinamica cuantică, prima teorie cuantică de câmp, îşi datorează succesul faptului că interacţiile electromagnetice sunt atât de slabe încât permit menţinerea în cadru destul de larg a distincţiei clasice dintre materie şi forţele de interacţie*. Acelaşi lucru este valabil şi pentru teoriile care se ocupă de interacţiile slabe. Asemănarea dintre interacţiile electromagnetice şi cele slabe a fost subliniată cu putere prin recenta dezvoltare a unui nou tip de teorii cuantice de câmp, numite teorii comparative, ceea ce a făcut posibilă unificarea celor două tipuri de interacţii. În noua teorie – cunoscută sub numele de teoria Weinberg-Salam, după numele celor doi autori principali, Steven Weinberg şi Abdus Salam – cele două interacţii sunt în continuare de naturi diferite, dar din punct de vedere matematic sunt unite şi denumite cu un termen generic interacţii „electro-slabe".

Şi interacţiile tari au fost reconsiderate în lumina teoriei comparative; s-a născut astfel o teorie de câmp numită cromodinamică cuantică (QCD), mulţi fizicieni încercând acum să realizeze „marea unificare" a teoriilor

* În termeni tehnici, aceasta înseamnă că există o constantă de cuplaj electromagnetic atât de mică, încât dezvoltarea în serie în ipoteza perturbaţiilor constituie o aproximaţie excelentă.

QCD şi Weinberg-Salam[8]. Cu toate acestea, utilizarea teoriilor comparative pentru descrierea interacţiilor tari pune mari probleme. Interacţiile hadronilor sunt atât de puternice, încât distincţia dintre particule şi forţe se şterge; de aceea, QCD n-a prea reuşit să descrie procesele asociate cu interacţiile tari. Ea se aplică numai câtorva fenomene – aşa-numitele procese de împrăştiere „total inelastică" – în care, din motive încă insuficient cunoscute, particulele se comportă ca nişte obiecte clasice. În ciuda eforturilor susţinute, fizicienii n-au putut aplica QCD decât sferei reduse a acestor fenomene şi, din această cauză, speranţa că QCD ar putea reprezenta cadrul teoretic necesar descrierii proprietăţilor particulelor care se supun interacţiilor tari, nu s-a împlinit până în prezent.

Cromodinamica cuantică constituie formularea matematică a modelului quark-urilor (vezi capitolul 16); atributul cuantic se datorează faptului că fiecărui quark i se asociază un câmp, iar termenul „cromo" se referă la proprietăţile de culoare ale câmpurilor de quark. Ca toate teoriile comparative, QCD a fost elaborată după modelul electrodinamicii cuantice (QED). În timp ce în QED interacţiile electromagnetice sunt mediate de schimbul de fotoni între particulele încărcate, în QCD interacţiile tari sunt mediate de schimbul de „*gluoni*" între quark-uri de diferite culori. Aceşti *gluoni* nu sunt particule reale, ci un fel de cuante care „lipesc" quark-urile spre a forma mezoni şi barioni.[10]

În ultimele decenii, pe măsură ce erau descoperite noi particule în experimente de ciocnire la energii din ce în ce mai înalte, modelul quark-urilor a trebuit să fie extins şi rafinat în mod considerabil. După cum s-a arătat în capitolul 16, fiecare din quark-urile a căror existenţă fusese postulată la început şi care fuseseră numite arome – adică *up* („sus"), *down* („jos") şi *strange* („straniu") – apărea în trei variante cromatice; mai târziu, s-a postulat existenţa unui al patrulea quark, prezent la rândul său în trei variante cromatice şi numit *charm* („farmec"). Recent au fost adăugate modelului alte două arome notate *t* şi *b* pentru *top* („vârf") şi *bottom* („fund") – sau, mai poetic, *true* („adevăr") şi *beautiful*

(„frumusețe") –, ajungându-se astfel la un număr total de optsprezece quark-uri – șase arome a câte trei culori. Nu surprinde deloc faptul că unii fizicieni găsesc numărul mare de blocuri elementare total neatrăgător și sunt de părere că ar fi timpul să se caute constituenți mai mici, „elementari", ai quark-urilor.

Pe măsură ce teoreticienii își sporeau eforturile în vederea găsirii unui model, experimentatorii au continuat și ei să caute quark-uri libere, fără a reuși vreodată să le detecteze; această absență a quark-urilor libere a devenit problema centrală a modelului de quark. În cadrul QCD fenomenul a primit numele de confinare a quark-urilor – expresie care sugerează faptul că respectivele quark-uri ar fi, dintr-un motiv oarecare, permanent confinate în interiorul hadronilor și de aceea nu vor putea fi văzute niciodată. S-au propus câteva mecanisme care să explice confinarea quark-urilor, dar până acum nu s-a formulat nici o teorie consistentă.

Iată, așadar, care este situația actuală a modelului de quark: pentru a justifica structurile observate în spectrul hadronic este necesar să se postuleze existența a 18 quark-uri și a 8 *gluoni*; nici una din aceste particule nu a fost pusă în evidență ca particulă liberă, iar presupunerea că ele constituie elemente componente ale hadronilor duce la dificultăți teoretice serioase; s-au propus numeroase mecanisme pentru a explica permanenta lor confinare, dar nici unul nu se constituie într-o teorie dinamică satisfăcătoare; aceasta în timp ce QCD, cadrul teoretic al modelului quark-urilor, nu se aplică decât unui grup restrâns de fenomene. Și totuși, în ciuda atâtor dificultăți, cei mai mulți fizicieni se agață încă de ideea de materie compusă din blocuri elementare, idee atât de înrădăcinată în tradiția științifică occidentală.

Poate cele mai impresionante progrese în fizica particulelor elementare s-au produs recent în cadrul teoriei matricelor S și în cadrul ipotezei *bootstrap* (vezi capitolele 17 și 18); aceste teorii resping ideea entităților elementare și încearcă să înțeleagă natura exclusiv în perspectiva

self-consistenței. Am afirmat cu toată convingerea în această carte că eu consider filosofia *bootstrap* drept punct culminant al gândirii științifice curente și am subliniat faptul că ea este cea care se apropie cel mai mult de gândirea orientală, atât ca sistem filosofic general, cât și ca descriere a materiei. Dar în același timp ea reprezintă o modalitate foarte dificilă de abordare a fizicii, adoptată în prezent de un număr foarte redus de fizicieni. Pentru majoritatea membrilor comunității fizicienilor, filosofia *bootstrap* este prea străină modului de gândire tradițional pentru a fi luată în serios și subaprecierea se extinde și asupra teoriei matricei S. Este deopotrivă curios și semnificativ faptul că, deși toți cei care se ocupă de fizica particulelor recurg la conceptele de bază ale teoriei matricei S și ale ipotezei *bootstrap* ori de câte ori analizează rezultatele experimentelor de ciocnire și le compară cu predicțiile teoretice, nici măcar un singur premiu Nobel nu a fost până acum acordat vreuneia dintre personalitățile remarcabile care și-au adus contribuția la dezvoltarea teoriei matricei S în ultimele două decenii.

Cea mai mare ambiție a acestei teorii a fost aceea de a justifica structura de quark a particulelor subatomice. Deși modul în care înțelegem în prezent lumea subatomică interzice existența quark-urilor ca entități fizice separate, nu este nici o îndoială că hadronii prezintă simetrii de quark ce vor trebui explicate de orice teorie corectă a interacțiilor tari. Până de curând, abordarea *bootstrap* nu putea explica regularitățile evidente, dar în ultimii șase ani s-au înregistrat progrese majore. A rezultat o teorie *bootstrap* a particulelor care explică structurile de quark observate fără a avea nevoie să postuleze existența fizică a quark-urilor. Mai mult, noua teorie *bootstrap* aduce la lumină câteva întrebări care nu fuseseră înțelese anterior.[11]

Pentru a înțelege esența acestei noi dezvoltări este necesar să se clarifice semnificația structurilor de quark în contextul teoriei matricei S. În timp ce în cadrul modelului quark-urilor particulele sunt descrise ca niște bile de biliard care conțin bile de biliard mai mici, abordarea S-matricească – cuprinzătoare și profund dinamică – consideră particulele drept structuri energetice într-un proces universal în

desfăşurare, corelaţii sau interconexiuni între diferitele părţi ale reţelei cosmice. Într-un asemenea context, termenul „structură de quark" se referă la faptul că transportul de energie şi transferul de informaţii în această reţea de evenimente se desfăşoară de-a lungul unor direcţii bine definite, producând structuri duble asociate mezonilor şi triple asociate barionilor. Acesta reprezintă echivalentul dinamic al afirmaţiei conform căreia hadronii se compun din quark-uri. În teoria matricei S nu există entităţi distincte şi nici componenţi elementari; nu există decât un flux de energie care urmează anumite scheme.

Întrebarea este: cum apar structurile de quark specifice? Elementul-cheie în noua teorie *bootstrap* îl constituie noţiunea de ordine ca aspect fundamental al fizicii particulelor. Termenul de ordine se referă în acest context la relaţiile de ordine specifice interconectării proceselor sub-atomice. Reacţiile dintre particule pot avea loc în diverse moduri asociate unor categorii de ordine. Pentru a clasifica aceste categorii de ordine se apelează la terminologia topologiei – binecunoscută matematicienilor, dar niciodată până acum aplicată fizicii particulelor. Odată cu încadrarea conceptului de ordine în formalismul matematic al teoriei matricei S, se observă că numai câteva categorii speciale de relaţii de ordine se dovedesc compatibile cu proprietăţile matricei S. Este vorba tocmai despre structurile de quark observate în experimente. Astfel, structura de quark apare ca o manifestare a ordinii şi o consecinţă necesară a self-consistenţei, fără a mai fi necesar să se postuleze existenţa quark-urilor ca elemente componente ale hadronilor.

Ordinea, ca noţiune centrală în fizica particulelor, a revoluţionat teoria matricei S, dar nu numai atât; implicaţiile sale se pot extinde asupra ştiinţei întregi. În prezent, semnificaţia ordinii în fizica subatomică este învăluită în mister, nefiind pe deplin investigată. Este, totuşi, demn de reţinut faptul că, la fel ca şi cele trei principii ale teoriei matricei S, noţiunea de ordine joacă un rol de primă importanţă în abordarea ştiinţifică a realităţii şi constituie un aspect fundamental al metodelor noastre de observare.

Capacitatea de a detecta relaţii de ordine pare să reprezinte o caracteristică esenţială a intelectului; însăşi percepţia unei structuri echivalează, în mare măsură, cu percepţia ordinii. Clarificarea conceptului de ordine într-un domeniu al cercetării în care structurile materiei şi cele ale mentalului încep să fie recunoscute ca reflexii reciproce, promite deschiderea unor căi nebănuite şi fascinante în cunoaştere.

După Geoffrey Chew – părintele ipotezei *bootstrap*, personalitatea cea mai profund implicată în dezvoltarea teoriei matricei S şi promotorul filosofiei *bootstrap* în ultimele două decenii – extinderea abordării *bootstrap* dincolo de descrierea hadronilor ar putea implica necesitatea includerii studiului explicit al conştiinţei în viitoarele teorii despre materie. „Un asemenea pas", scria Chew, „ar putea reprezenta cu mult mai mult decât oricare altă realizare în domeniul *bootstrap*-ului hadronilor... S-ar putea ca eforturile depuse astăzi în cercetarea *bootstrap*-ului hadronic să nu reprezinte decât debutul unei strădanii intelectuale de un cu totul alt tip."

Au trecut cincisprezece ani de când Chew a scris aceste cuvinte şi în acest timp dezvoltarea teoriei matricei S l-a apropiat pe Chew de cercetarea explicită a conştiinţei. Dar el nu este singurul fizician care se îndreaptă în această direcţie. Una din cele mai importante contribuţii la cercetarea recentă şi-a adus-o David Bohm, care a mers poate mai departe decât oricare altul cu studiul corelaţiei dintre conştiinţă şi materie în contextul ştiinţei. Abordarea lui Bohm este mult mai generală şi mai ambiţioasă decât aceea specifică actualei teorii a matricei S şi poate fi considerată o tentativă de a realiza conexiunea spaţiu-timpului cu câteva din conceptele fundamentale ale teoriei cuantice pentru a elabora o teorie cuantic-relativistă a materiei.[12]

Punctul de plecare îl constituie, pentru Bohm – aşa cum am arătat în capitolul 10 – noţiunea de „întreg indestructibil"; el vede conexiunile non-locale evidenţiate de experimentul EPR ca pe un aspect esenţial al acestei unităţi. Se dovedeşte acum că aceste conexiuni non-locale reprezintă cauza formulării statistice a legilor teoriei cuantice, dar

Bohm merge încă şi mai departe, dincolo de probabilitate, şi explorează la un nivel mai profund, al „non-manifestării", ordinea pe care el o consideră inerentă reţelei cosmice de conexiuni. El denumeşte aceasta „ordine de implicare" sau „ordine de cuprindere", o ordine în care conexiunile întregului n-au nimic de-a face cu localizarea în timp şi spaţiu, ci evidenţiază o calitate pe de-a-ntregul diferită – proprietatea de implicare mutuală.

Bohm face o analogie între ordinea de implicare şi tehnica holografică pornind de la acea proprietate a hologramei care face ca fiecare zonă a sa să conţină într-un anume fel întregul.[13] La iluminarea oricărei zone a unei holograme se reconstruieşte întreaga imagine, chiar dacă nu mai sunt vizibile toate detaliile hologramei complete. În concepţia lui Bohm, realitatea este structurată pe aceleaşi principii, întregul fiind cuprins în fiecare din părţile sale.

Bohm este, desigur, conştient de faptul că analogia cu holograma este prea limitată pentru a putea juca rolul de model ştiinţific al ordinii de implicare la nivel subatomic; pentru a putea exprima caracterul esenţialmente dinamic al realităţii specific acestui nivel, el a născocit termenul „holomişcare" ce descrie realitatea tuturor entităţilor manifeste. Holomişcarea este, în viziunea lui Bohm, fenomenul dinamic care generează toate formele universului material. El îşi propune să studieze ordinea cuprinsă în această holomişcare nu ocupându-se de structura obiectelor, ci de structurile mişcării şi luând astfel în considerare atât unitatea cât şi dinamica Universului.

După părerea lui Bohm, spaţiul şi timpul sunt forme ale holomişcării; la rândul lor, sunt cuprinse în ordinea acesteia. Bohm crede că înţelegerea ordinii de implicare nu va permite doar o mai profundă înţelegere a probabilităţii în teoria cuantică, ci şi stabilirea proprietăţilor fundamentale ale spaţiu-timpului. În acest fel, teoria ordinii de implicare va constitui baza teoriei cuantice şi a teoriei relativităţii.

Pentru înţelegerea ordinii de implicare, Bohm consideră că este necesar să trateze conştiinţa ca pe un aspect esenţial al holomişcării şi să o ia în considerare în mod

explicit în teoria sa. El vede mentalul şi materia ca fiind interdependente şi corelate, dar nu într-o relaţie cauzală. Ele reprezintă proiecţii ce se cuprind reciproc, ale unei realităţi superioare care nu este nici materie şi nici conştiinţă.

În prezent, teoria lui Bohm se află încă într-un stadiu incipient, dar, deşi el elaborează un formalism matematic ce cuprinde calculul matriceal şi topologia, cele mai multe din afirmaţiile sale au caracter mai mult calitativ decât cantitativ. Cu toate acestea, pare să existe un paralelism interesant, manifestat chiar în acest stadiu, între teoria sa – a ordinii de implicare – şi teoria *bootstrap* a lui Chew. Ambele moduri de abordare au la bază aceeaşi concepţie despre lume ca reţea de corelaţii dinamice; amândouă atribuie rolul principal noţiunii de ordine; amândouă utilizează calculul matriceal pentru a exprima schimbarea şi transformarea şi topologia pentru a clasifica relaţiile de ordine. În sfârşit, ambele recunosc conştiinţa ca pe un aspect esenţial al Universului, aspect ce va trebui inclus în viitoarele teorii ale fenomenelor fizice. O asemenea teorie s-ar putea contura prin combinarea teoriilor lui Bohm şi Chew, adică a celor două teorii care reprezintă astăzi cele mai profunde moduri de abordare a realităţii fizice.

note

I. CALEA FIZICII

1. Fizica modernă – calea sufletului?

1. Oppenheimer J.R., *Science and the Common Understanding* (Oxford University Press, London, 1945), pag. 8-9.
2. Bohr N., *Atomic Physics and Human Knowledge* (John Wiley & Sons, New York, 1958), pag. 20.
3. Heisenberg W., *Physics and Philosophy* (Allen & Unwin, London, 1963), pag. 173.
4. Ashvaghosha, *The Awakening of Faith*, trand. D.T. Suzuki (Open Court, Chicago, 1900), pag. 78.
5. *Brihad-aranyaka Upanishad,* 3.7.15.

2. A cunoaşte, a vedea

1. Heisenberg W., *Physics and Philosophy* (Allen & Unwin, London, 1963), pag. 125.
2. Chuang Tzu, trad. Legge James, ediție îngrijită de Clae Waltham (Ace Books, New York, 1971), cap. 26.
3. *Katha Upanishad,* 3.15.
4. *Kena Upanishad,* 3.
5. Citat în: Needham J., *Science and Civilisation in China* (Cambridge University Press, London, 1956), vol. II, pag. 85.
6. James W., *The Varieties of Religious Experience* (Fontana, London, 1971), pag. 374.

7. Russel B., *History of Western Philosophy* (Allen & Unwin, London, 1961), pag. 56.
8. Suzuki D.T., *On Indian Mahayana Buddhism,* ed. Edward Conze (Harper & Row, New York, 1968), pag. 237.
9. Needham J., op. cit., vol.II, pag. 33.
10. Din *Zenrin Kushu*, în I. Muira & R. Fuller Sasaki, *The Zen Koan* (Hartcourt-Brace, New York, 1965), pag. 103.
11. Suzuki D.T., *Outlines of Mahayana Buddhism* (Schocken Books, New York, 1963), pag. 235.
12. Castaneda C., *A Separate Reality* (Bodley Head, London, 1971), pag. 10.
13. Lao Tzu, *Tao Te Ching,* trad. de Ch'u Ta-Kao (Allen & Unwin, London, 1970), cap. 41.
14. Idem, cap. 48.
15. Chuang Tzu, op. cit., cap 13.
16. În vol. Kapleau P., *Three Pillars of Zen* (Beacon Press, Boston, 1967), pag. 53-54.
17. Coomaraswamy A. K., *Hinduism and Buddhism,* (Philosophical Library, New York, 1943), pag. 33.
18. Watta A. W., *The Way of Zen* (Vintage Books, New York, 1957), pag. 183.
19. Idem, pag. 187.

3. Dincolo de limbaj

1. Heisenberg W., *Physics and Philosophy* (Allen & Unwin, London, 1963), pag. 177.
2. Suzuki D.T., *On Indian Mahayana Buddhism,* ed. Edward Conze (Harper & Row, New York, 1968), pag. 239.
3. Heisenberg W., op. cit., pag. 178-179.
4. Suzuki D.T., *The Essence of Buddhism* (Hozokan, Kyoto, Japan, 1968), pag. 26.
5. Kapleau P., *Three Pillars of Zen* (Beacon Press, Boston, 1967), pag. 135.
6. Heisenberg W., op. cit., pag. 42.

4. Noua fizică

1. Suzuki D. T., *The Essence of Buddhism* (Hozokan, Kyoto, Japan, 1968), pag. 7.
2. Heisenberg W., *Physics and Philosophy* (Allen & Unwin, London, 1963), pag. 145.

3. Schilpp P.A. (ed.), *Albert Einstein: Philosopher-Scientist* (The Library of Living Philosophers, Evanston, Illinois, 1949), pag. 45.
4. Bohr N., *Atomic Physics and the Description of Nature* (Cambridge University Press, London, 1934), pag. 2.
5. Aurobindo S., *On Yoga II* (Aurobindo Ashram, Pondicherry, India, 1958), Tome One, pag. 327.
6. Citat în: Capek M., *The Philosophical Impact of Contemporary Physics* (D. Van Nostrand, Princeton, New Jersey, 1961), pag. 7.
7. Idem, pag. 36.
8. Crosland M.P.(ed.), *The Science of Matter* (History of Science Readings, Penguin Books, Harmondsworth, 1971), pag. 76.
9. Citat în: Capek M., op. cit., pag. 122.
10. Citat în: Jeans J., *The Growth of Physical Science* (Cambridge University Press, London, 1951), pag. 237.
11. *Tables of Particles Proprieties,* publicat de Particle Data Group in Physics Letters, vol. 50B, Nr. 1, 1974.

II. CALEA MISTICĂ

5. Hinduismul

1. *Mundaka Upanishad, 2.2.3.*
2. *Bhagavad Gita, 4.42.*
3. *Bhagavad Gita, 13.12.*
4. *Maitri Upanishad, 6.17.*
5. *Brihad-aranyaka Upanishad, 1.4.6.*
6. *Chandogya Upanishad, 6.9.4.*
7. *Bhagavad Gita, 8.3.*
8. Idem, 3.27-8.
9. *Brihad-aranyaka Upanishad, 4.3.21.*

6. Budismul

1. *Dhammapada, 113.*
2. *Digha Nikaya,* ii. 154.
3. Suzuki D.T., *On Indian Mahayana Buddhism,* ed. Edward Conze (Harper & Row, New York, 1968), pag. 122.

4. Suzuki D.T., *The Essence of Buddhism* (Hozokan, Kyoto, Japan, 1968), pag. 54.

7. Gândirea chineză

1. Chuang Tzu, trad. Legge James (Ace Books, New York, 1971), cap. 13.
2. Needham J., *Science and Civilisation in China* (Cambridge University Press, London, 1956), vol. II, pag. 35.
3. Fung Yu-Lan, *A Short History of Chinese Philosophy* (Macmillan, New York, 1958), pag. 14.
4. Chuang Tzu, op. cit., cap. 22.
5. Citat în: Needham J., op. cit., vol. II, pag. 51.
6. Lao Tzu, *Tao Te Ching,* trad. Ch'u Ta-Kao (Allen & Unwin, London, 1970), cap. 40 şi 25.
7. Idem, cap. 29.
8. Wang Ch'ung, A.D. 80, citat în: Needham J., op. cit, vol. IV, pag. 7.
9. Wilhelm R., *The I Ching or Book of Changes* (Routledge & Kegan Paul, London, 1968), pag. 297.
10. Kuei Ku Tzu, sec. al IV-lea î.Hr., citat în: J. Needham, op. cit., vol. IV, pag. 6.
11. Chuang Tzu, op. cit., cap. 22.
12. Wilhelm R., op. cit., pag. xlvii.
13. Idem, pag. 321.
14. Idem, pag. 348.

8. Taoismul

1. Chuang Tzu, trad. Legge James (Ace Books, New York, 1971), cap. 22.
2. Idem, cap. 24.
3. Idem, cap. 2.
4. Idem, cap. 13.
5. *Bhagavad Gita, 2.45.*
6. Citat în: Fung Yu-Lan, *A Short History Of Chinese Philosophy* (Macmillan, New York, 1958), pag. 112.
7. Lao Tzu, *Tao Te Ching,* trad. Ch'u Ta-Kao (Allen & Unwin, London, 1970), cap. 36.
8. Idem, cap. 22.
9. Chuang Tzu, op. cit., cap. 17

10. Kirk G.S., *Heraclitus - The Cosmic Fragments* (Cambridge University Press, London, 1970), pag. 307.
11. Idem, pag. 105, 184.
12. Idem, pag. 149.
13. Lao Tzu, op. cit., cap. 2.
14. Needham J., *Science and Civilisation in China* (Cambridge University Press, London, 1956), vol. II, pag. 88.
15. Idem, pag. 68-69.
16. Lao Tzu, op. cit., cap. 48.
17. Lao Tzu, op. cit., cap. 71, 2.
18. Chuang Tzu, op. cit., cap. 16.

9. Filosofia Zen

1. Chuang Tzu, trad. James Legge (Ace Books, New York, 1971), cap. 22.
2. Watts A.W., *The Way of Zen* (Vintage Books, New York, 1957), pag. 87.
3. Reps P., *Zen Flesh, Zen Bones* (Anchor Books, New York), pag. 96.
4. Suzuki D.T., *Zen and Japanese Culture* (Bollingen Series, New York, 1959), pag. 16.
5. Kapleau P., *Three Pillars of Zen* (Beacon Press, Boston, 1967), pag. 49.
6. Din *Zenrin kushu;* în vol. Watts A.W., op. cit., pag. 134.

III. PARALELISME

10. Unitatea tuturor lucrurilor

1. Ashvaghosha, *The Awakening of Faith,* trad. D.T. Suzuki (Open Court, Chicago, 1900), pag. 55.
2. Idem, pag. 93.
3. Stapp H.P., „S-Matrix Interpretation of Quantum Theory", *Physical Review,* vol. D3 (March 15th, 1971), pag. 1303-1320.
4. Idem, pag. 1303.
5. Bohr N., *Atomic Physics and the Description of Nature* (Cambridge University Press, London, 1934), pag. 57.

6. Bohm D. & Hiley B., „On the Intuitive Understanding of Nonlocality as Implied by Quantum Theory", *Foundations of Physics,* vol. 5 (1975).
7. Aurobindo S., *The Synthesis of Yoga* (Aurobindo Ashram, Pondicherry, India, 1957), pag. 993.
8. Nagarjuna, citat în: Murti T.R.V., *The Central Philosophy of Buddhism (*Allen & Unwin, London, 1955), pag. 138.
9. Stapp H.P., op. cit., pag. 1310.
10. Heisenberg W., *Physics and Philosophy* (Allen & Unwin, London, 1963), pag. 96.
11. *Mundaka Upanishad, 2.2.5.*
12. Heisenberg W., op. cit., pag. 75.
13. Idem, pag. 57.
14. Wheeler J.A., citat în: Mehra J.(ed.), *The Physicistîs Conception of Nature* (D. Reidel, Dordrecht, Holland, 1973), pag. 244.
15. *Brihad-aranyaka Upanishad, 4.5.15.*
16. Chuang Tzu, trad. Legge James (Ace Books, New York, 1971), cap. 6.
17. Lama Angarika Govinda, *Foundations of Tibetan Mysticism* (Rider, London, 1973), pag. 93.

11. Dincolo de lumea contrariilor

1. Lao Tzu, *Tao Te Ching,* trad. Ch'u Ta-Kao (Allen & Unwin, London, 1970), cap. 1.
2. Suzuki D.T., *The Essence of Buddhism* (Hozokan, Kyoto, Japan, 1968), pag. 18.
3. Citat în: Watts A.W., *The Way of Zen* (Vintage Books, New York, 1957), pag. 117.
4. Wilhelm R., *The I Ching or Book of Changes* (Routledge & Kegan Paul, London, 1968, pag. 297.
5. Lama Angarika Govinda, *Foundations of Tibetan Mysticism* (Rider, London, 1973), pag. 136.
6. Weisskopf V.F., *Physics in the Twentieth Century - Selected Essays* (M.I.T. Press, Cambridge, Mass., 1972), pag. 30.
7. Oppenheimer J.R., *Science and the Common Understanding* (Oxford University Press, London, 1954), pag. 42-43.
8. *Isa-Upanishad,* 5.

9. Ashvaghosha, *The Awakening of Faith,* trad. D.T. Suzuki (Open Court, Chicago, 1900), pag. 59.
10. Lama Angarika Govinda, „Logic and Symbol in the Multi-Dimensional Conception of the Universe", *The Middle Way,* vol. 36 (February 1962), pag. 152.

12. Spațiu-timp

1. Schlipp P.A. (ed.), *Albert Einstein; Philosopher-Scientist* (The Library of Living Philosophers, Evanston, Illinois, 1949), pag. 250.
2. *Madhyamika Karika Vrtti,* citat în: T.R. Murti, *The Central Philosophy of Buddhism* (Allen & Unwin, London, 1955), pag. 198.
3. Needham J., *Science and Civilisation in China* (Cambridge University Press, London, 1956), vol. III, pag. 458.
4. Ashvaghosha, *The Awakening of Faith,* trad. D.T. Suzuki (Open Court, Chicago, 1900), pag. 107.
5. Sachs M., „Space time and Elementary Interactions in Relativity", *Physics Today,* vol. 22 (February 1969), pag. 53.
6. Einstein A. et al., *The Principle of Relativity* (Dover Publications, New York, 1923), pag. 75.
7. Aurobindo S., *The Synthesis of Yoga* (Aurobindo Ashram, Pondicherry, India, 1957), pag. 993.
8. Suzuki D.T., prefață la: B.L. Suzuki, *Mahayana Buddhism* (Allen & Unwin, London, 1959), pag. 33.
9. Chuang Tzu, trad. James Legge (Ace Books, New York, 1971), cap. 2.
10. Citat în: A.W. Watts, *The Way of Zen* (Vintage Books, New York, 1957), pag. 201.
11. Suzuki D.T., *On Indian Mahayana Buddhism,* ed. Edward Conze (Harper & Row, New York, 1968), pag. 148-149.
12. Schlipp P.A., op. cit., pag. 114.
13. Lama Angarika Govinda, *Foundations of Tibetan Mysticism* (Rider, London, 1973), pag. 116.
14. Dogen Zenji, *Shobogenzo;* în vol. J. Kennett, *Selling Water by the River* (Vintage Books, New York, 1972), pag. 140.
15. Govinda, op. cit., pag. 270.
16. Vivekananda S., *Jnana Yoga* (Advaita Ashram, Calcutta, India, 1972), pag. 109.

13. Universul dinamic

1. Suzuki D.T., *The Essence of Buddhism* (Hozokan, Kyoto, Japan, 1968), pag. 53.
2. Castaneda C., *A Separate Reality* (Bodley Head, London, 1971), pag. 8.
3. Radhaksuhnan S., *Indian Philosophy* (Allen & Unwin, London, 1951).
4. *Brihad-aranyaka Upanishad,* 2.3.3.
5. *Bhagavad Gita,* 8.3.
6. Idem, 3.24.
7. Radhakrishnan S., op. cit., pag. 367.
8. Ts'ai-ken t'an: citat în: Leggett T., *A First Zen Reader* (C.E. Tuttle, Rutland, Vermont, 1972), pag. 229 şi în: N.W. Ross, *Three Ways of Asian Wisdom* (Simon & Schuster, New York, 1966), pag. 144.
9. Lovell A.C.B., *The Individual and the Universe* (Oxford University Press, London, 1958), pag. 93.
10. *Bhagavad Gita,* 9.7-10.
11. *Digha Nikaya,* ii 198.
12. Suzuki D.T., op. cit., pag. 55.
13. Needham J., *Science and Civilisation in China* (Cambridge University Press, London, 1956), vol. II, pag. 478.

14. Vid şi formă

1. Hoyle F., *Frontiers of Astronomy* (Heinemann, London, 1970), pag. 304.
2. Citat în: Capek M., *The Philosophical Impact of Contemporary Physics* (D. Van Nostrand, Princeton, New Jersey, 1961), pag. 319.
3. *Chandogya Upanishad,* 4.10.4.
4. *Kuan-tzu,* trad. Rickett W.A. (Hong Kong University Press, 1965), XIII, 36: o impresionantă lucrare socio-filosofică, atribuită conform tradiției unui mare om de stat din secolul al VII-lea î.Hr., Kuang Chung; mai probabil, o compilație de texte realizată prin secolul al III-lea î.Hr., care reflectă influența mai multor şcoli filosofice.
5. *Chandogya Upanishad,* 3.14.1.
6. Weyl H., *Philosophy of Mathematics and Natural Science* (Princeton University Press, 1949), pag.171.

7 Citat în: Fung Yu-lan, *A Short History of Chinese Philosophy* (Macmillan, New York, 1958), pag. 279.
8. Idem, pag. 208.
9. Thirring W., „Urbausteine der Matreie", *Almanach de Osterreichischen Akademie der Wissenschaften,* vol. 118 (1968), pag. 160.
10. Needham J., *Science and Civilisation in China* (Cambridge University Press, London, 1956), vol. IV, pag. 8-9.
11. Lama Angarika Govinda, *Foundations of Tibetan Mysticism* (Rider, London, 1973), pag. 223.
12. *Prajna-paramita-hridaya Sutra*, în vol. F.M Muller (ed.), *Sacred Books of the East* (Oxford University Press, London, 1890), vol. XLIX, „Buddhist Mahayana Sutras".
13. Needham J., op. cit., vol. II, pag. 62.
14. Comentariu la hexagrama Yu, Wilhelm R., *The I Ching or Book of Changes* (Routledge & Kegan Paul, London, 1968), pag. 68.
15. Thirring W., op. cit., pag. 159.
16. Needham J., op. cit., vol. IV, pag. 33.

15. Dansul cosmic

1. Ford K.W., *The World of Elementary Particles* (Blaisdell, New York, 1965), pag. 209.
2. David-Neel A., *Tibetan Journey* (John Lane, The Bodley Head, London, 1936), pag. 186-187.
3. Coomaraswamy A.K., *The Dance of Shiva* (The Noonday Press, New York, 1969), pag. 78.
4. Zimmer H., *Myths and Symbols in Indian Art and Civilisation* (Princeton University Press, 1972), pag. 155.
5. Coomaraswamy A.K., op. cit., pag. 67.

17. Structuri ale schimbării

1. Heisenberg W., *Physics and Philosophy* (Allen & Unwin, London, 1963), pag. 96.
2. Chew G.F., „Impasse for the Elementary Particle Concept", *The Great Ideas Today* (William Benton, Chicago, 1974), pag. 99.
3. Ashvaghosha, *The Awakening of Faith,* trad. D.T. Suzuki (Open Court, Chicago, 1900), pag. 79, 86.

4. Lankavatara Sutra, în vol. D.T. Suzuki, *Studies in the Lankavatara Sutra* (Routledge & Kegan Paul, London, 1952), pag. 242.
5. Radhakrishnan S., *Indian Philosophy* (Allen & Unwin, London, 1951), pag. 369.
6. Wilhelm R., *The I Ching or Book of Changes* (Routledge & Kegan Paul, London, 1968), pag. 315.
7. Wilhelm H., Change (Harper Torchbooks, New York, 1964), pag. 19.
8. Wilhelm R., op. cit., pag. 348.
9. Idem, pag. 352.
10. Wilhelm R., op. cit., pag. I.

18. Întrepătrunderea

1. Chew G. F., „Bootstrap: A Scientific Idea?", *Science,* vol. 161 (May 23rd, 1968), pag. 762-765; „Hadron Bootstrap: Triumph or Frustration?", *Physics Today,* vol. 23 (October 1970), pag. 23-28; „Impasse for the Elementary Particle Concept", *The Great Ideas Today* (William Benton, Chicago, 1974), vol. XX, pag. xx.
2. Needham J., *Science and Civilisation in China* (Cambridge University Press, London, 1956), vol. II, pag. 538.
3. Chew G. F., „Bootstrap: A Scientific Idea?", op. cit., pag. 762-763.
4. Lao Tzu, *Tao Te Ching,* trad. Ch'u Ta-Kao (Allen & Unwin, London, 1970), cap. 25.
5. Needham J., op. cit., vol. II, pag. 582.
6. Needham J., op. cit., vol. II, pag. 484.
7. Idem, pag. 558, 567.
8. Needham J., op. cit., vol. II, pag. 566.
9. Ashvaghosha, *The Awakening of Faith,* trad. D.T. Suzuki (Open Court, Chicago, 1900), pag. 56.
10. Reps P., *Zen Flesh, Zen Bones* (Anchor Books, New York), pag. 104.
11. Idem, pag. 119.
12. Ashvaghosha, op. cit., pag. 104.
13. Aurobindo, *The Synthesis of Yoga* (Aurobindo Ashram, Pondicherry, India, 1957), pag. 989.
14. Suzuki D.T., *On Indian Mahayana Buddhism,* ed. Edward Conze (Harper & Row, New York, 1968), pag. 150.

15. Idem, pag. 183-184.
16. Chew G.F., *Hadron Bootstrap: Triumph or Frustration?*, op. cit., pag. 27.
17. Chew G.F., Gell-Mann M. and Rosenfeld H., „Strongly Interacting Particles", *Scientific American,* vol. 210 (February 1964), pag. 93.
18. Eliot C., *Japanese Buddhism* (Routledge & Kegan Paul, London, 1959), pag. 109, 110.
19. Suzuki D.T., op. cit., pag. 148.
20. Suzuki D.T., *The Essence of Buddhism* (Hozokan, Kyoto, Japan, 1968), pag. 52.
21. Wiener P.P., *Leibniz-Selections* (Charles Scribner's Sons, New York, 1951), pag. 547.
22. Needham J., op. cit., vol. II, pag. 496 ff.
23. Wiener P. P., op. cit., pag. 533.
24. Idem, pag. 161.
25. Chew G.F., „Boostrap: A Scientific Idea?", op. cit., pag. 763.
26. Wigner E.P., *Symmetries and Reflections - Scientific Essays* (M.I.T. Press, Cambridge, Mass., 1970), pag. 172.
27. Chew G.F., „Boostrap: A Scientific Idea?", op. cit., pag. 765.
28. Lao Tzu, *Tao Te Ching,* trad. Ch'u Ta-Kao (Allen & Unwin, London, 1970), cap. 81.

EPILOG

1. Lama Angarika Govinda, *Foundations of Tibetan Mysticism* (Rider, London, 1973), pag. 225.

NOUA FIZICĂ REVIZUITĂ

1. Schilpp P.A. (ed.), *Albert Einstein: Philosopher-Scientist.*
2. Bohm D., *Quantum Theory* (Prentice-Hall, New York, 1951), pag. 614 ff.
3. Stapp H.P., op. cit.
4. d'Espagnat B., „The Quantum Theory and Reality", *Scientific American* (November 1979).
5. Bohm D., *Quantum Theory,* pag. 614 ff.
6. Freeman D.Z. şi van Nieuwenhuizen P., „Supergravity and the Unification of the Laws of Physics", *Scientific American* (April 1981).

7. Hooft G. 't, „Gauge Theories of the Forces between Elementary Particles", *Scientific American* (June 1980).
8. Georgi H., „A Unified Theory of Elementary Particles and Forces", *Scientific American* (April 1981).
9. Pentru o trecere în revistă a succeselor şi eşecurilor teoriei QCD, a se vedea Appelquist T., Barnett R. M. and Lane K., „Charm and Beyond", *Annual Review of Nuclear and Particle Science* (1978).
10. Cea mai recentă şi detaliată trecere în revistă a teoriei QCD şi modelului de quark se găseşte în Georgi H., op. cit.
11. Capra F., „Quark Physics Without Quarks", *American Journal of Physics* (January 1979); „Bootstrap Theory of Particles", *Re-Vision* (Fall/Winter 1981).
12. Bohm D., *Wholeness and the Implicate Order* (Routledge & Kegan Paul, London, 1980).
13. Holografia reprezintă o tehnică de fotografiere fără lentile care are la bază fenomenul de interferenţă a undelor luminoase; ceea ce rezultă se numeşte „hologramă"; vezi Collier R.J., „Holography and Integral Photography", *Physics Today* (*July 1968*).

bibliografie

ALFVEN H., *Worlds – Antiworlds* (W.H. Freeman, San Francisco, 1966).

ASHVAGHOSHA, *The Awakening of Faith,* trad. D.T. Suzuki (Open Court, Chicago, 1900).

AUROBINDO S., *The Synthesis of Yoga* (Aurobindo Ashram, Pondicherry, India, 1957)

AUROBINDO S., *On Yoga II* (Aurobindo Ashram, Pondicherry, India, 1957).

BOHM D. şi **HILEY B.**, „On the Intuitive Understanding of Nonlocality as Implied by Quantum Theory", *Foundations of Physics,* vol. 5 (1975).

BOHR N., *Atomic Physics and Human Knowledge* (John Wiley & Sons, New York, 1958).

BOHR N., *Atomic Physics and the Description of Nature* (Cambridge University Press, London, 1934).

CAPEK M., *The Philosophical Impact of Contemporary Physics* (D. Van Nostrand, Princeton, New Jersey, 1961).

CASTANEDA C., *The Teachings of Don Juan* (Penguin Books, England, 1970).

CASTANEDA C., *A Separate Reality* (Bodley Head, London, 1971).

CASTANEDA C., *Journey to Ixtlan* (bodley Head, London, 1973).

CASTANEDA C., *Tales of Power* (Simon & Schuster, New York, 1974).

CHEW G.F., „*Bootstrap*: A Scientific Idea?", *Science,* vol. 161 (May 23rd, 1968), pag. 762-765.
CHEW G.F., „Hadron Bootstrap: Triumph or Frustration?", *Physics Today*, vol. 23 (October 1970), pag. 23-28.
CHEW G.F., „Impasse for the Elementary Particle Concept", *The Great Ideas Today* (William Benton, Chicago, 1974).
CHEW G.F., GELL-MANN M. şi **ROSENFELD A.H.**, „Strongly Interacting Particles", *Scientific American*, vol. 210 (February 1964), pag. 74-83.
CHUANG TZU, trad. James Legge (Ace Books, New York, 1971).
CHUANG TZU, *Inner Chapters,* trad. Gia-Fu Feng and Jane English (Wildwood House, London, 1974).
COOMARASWAMY A.K., *Hinduism and Buddhism* (Philosophical Library, New York, 1943).
COOMARASWAMY A.K., *The Dance of Shiva* (The Noonday Press, New York, 1969).
CROSLAND M.P. (ed.), *The Science of Matter* (History of Science Readings, Penguin Books, England, 1971).
DAVID-NEEL A., *Tibetan Journey* (John Lane The Bodley Head, London, 1936).
EINSTEIN A., *Essays in Science* (Philosophical Library, New York, 1934).
EINSTEIN A., *Out of My Later Years* (Philosophical Library, New York, 1950).
EINSTEIN A., A. Einstein et al., *The Principle of Relativity* (Dover Publications, New York, 1923).
ELIOT C., *Japanese Buddhism* (Routledge & Kegan Paul, London, 1959).
FEYNMAN R.P., LEIGHTON R.B. şi **SANDS M.**, *The Feynman Lectures on Physics* (Addison-Wesley, Reading, Mass., 1966).
FORD K.W., *The World of Elementary Particles* (Blaisdell, New York, 1965).
FUNG YU-LAN, *A Short History of Chinese Philosophy* (Macmillan, New York, 1958).
GALE G., „Chew`s Monadology", *Journal of History of Ideas*, vol. 35 (April-June 1974), pag. 339-348.

LAMA ANGARIKA GOVINDA, *Foundations of Tibetan Mysticism* (Rider, London, 1973).

LAMA ANGARIKA GOVINDA, „Logic and Symbol in the Multi-Dimensional Conception of the Universe", *The Middle Way* (Buddhist Society, London), vol. 36 (February 1962), pag. 151.

GUTHRIE W.K.C., *A History of Greek Philosophy* (Cambridge University Press, London, 1969).

HEISENBERG W., *Physics and Philosophy* (Allen & Unwin, London, 1963).

HEISENBERG W., *Physics and Beyond* (Allen & Unwin, London, 1971).

HERRIGEL E., *Zen in the Art of Archery* (Vintage Books, New York, 1971).

HOYLE F., *The Nature of the Universe* (Penguin Books, England, 1965).

HOYLE F., *Frontiers of Astronomy* (Heinemann, London, 1970).

HUME R.E., *The Thirteen Principal Upanishads* (Oxford University Press, London, 1934).

JAMES W., *The Varieties of Religious Experience* (Fontana, London, 1971).

JEANS J., *The Growth of Physical Science* (Cambridge University Press, London, 1951).

KAPLEAU P., *Three Pillars of Zen* (Beacon Press, Boston, 1967).

KENNETT J., *Selling Water by the River* (Vintage Books, New York, 1972).

KEYNES G. (ed.), *Blake Complete Writings* (Oxford University Press, London, 1969).

KIRK G.S., *Heraclitus – The Cosmic Fragments* (Cambridge University Press, London, 1970).

KORZYBSKI A., *Science and Sanity* (The International Non-Aristotelian Library, Conn., U.S.A., 1958).

KRISHNAMURTI J., *Freedom from the Known,* editat# de Mary Lutyens (Gollancz, London, 1969).

KUAN-TZU, trad. W.A. Rickett (Hong Kong University Press, 1965).

LAO TZU, *Tao Te Ching,* trad. Chîu Ta-Kao (Allen & Unwin, London, 1970).

LAO TZU, *Tao Te Ching,* trad. Gia-Fu Feng and Jane English (Wildwood House, London, 1972).

LEGGETT T., *A First Zen Reader* (C.E. Tuttle, Rutland, Vermont, 1972).

LOVELL A.C.B., *The Individual and the Universe* (Oxford University Press, London, 1958).

LOVELL A.C.B., *Our Present Knowledge of the Universe* (Manchester University Press, 1967).

MAHARISHI MAHESH YOGI, *Bhagavad Gita, Capitolele 1-6,* trad. şi comentarii (Penguin Books, England, 1973).

MASCARO J., *The Bhagavad Gita* (Penguin Books, England, 1970).

MASCARO J., *The Dhammapada* (Penguin Books, England, 1973).

MEHRA J. (ed.), *The Physicist's Conception of Nature* (D. Reidel, Dordrecht, Holland, 1973).

MIURA I. şi **FULLER-SASAKI R.**, *The Zen Koan* (Harcourt Brace & World, New York, 1965).

MULLER F.M. (ed.), *Sacred Books of the East* (Oxford University Press), vol. XLIX, „Buddhist Mahayana Sutras".

MURTI T.R.V., *The Central Philosophy of Buddhism* (Allen & Unwin, London, 1965).

NEEDHAM J., *Science and Civilisation in China* (Cambridge University Press, London, 1956).

OPPENHEIMER J.R., *Science and the Common Understanding* (Oxford University Press, London, 1954).

RADHAKRISHNAN S., *Indian Philosophy* (Allen & Unwin, London, 1951).

REPS P., *Zen Flesh, Zen Bones* (Anchor Books, New York).

ROSS N.W., *Three Ways of Asian Wisdom* (Simon & Schuster, New York, 1966).

RUSSELL B., *History of Western Philosophy* (Allen & Unwin, London, 1961).

SACHS M., „Space Time and Elementary Interactions in Relativity", *Physics Today,* vol. 22 (February 1969), pag. 510-560.

SCIAMA D.W., *The Unity of the Universe* (Faber and Faber, London, 1959).

SCHILPP P.A. (ed.), *Albert Einstein: Philosopher-Scientist* (The Library of Living Philosophers, Evanston, Illinois, 1949).

STACE W.T., *The Teachings of the Mystics* (New American Library, New York, 1960).

STAPP H.P., „S-matrix Interpretation of Quantum Theory", *Physical Review,* vol. D3 (March 15th, 1971), pag. 1303-1320.

SUZUKI D.T., *The Essence of Buddhism* (Hozokan, Kyoto, Japan, 1968).

SUZUKI D.T., *Outlines of Mahayana Buddhism* (Schocken Books, New York, 1963).

SUZUKI D.T., *On Indian Mahayana Buddhism,* ed. Edward Conze (Harper & Row, New York, 1968).

SUZUKI D.T., *Zen and Japanese Culture* (Bollingen Series, New York, 1959).

SUZUKI D.T., *Studies in the Lankavatara Sutra (*Routledge & Kegan Paul, London, 1959).

SUZUKI D.T., Preface to B.L. Suzuki, *Mahayana Buddhism* (Allen & Unwin, London, 1959), pag. 33.

THIRRING W., „Urbausteine der Materie", *Almanach der Osterreichischen Akademie der Wissenschaften,* vol. 118 (1968), pag. 153-162.

VIVEKANANDA S., *Jnana Yoga* (Advaita Ashram, Calcutta, India, 1972).

WATTS A.W., *The Way of Zen* (Vintage Books, New York, 1957).

WEISSKOPF V.F., *Physics in the Twentieth Century – Selected Essays* (M.I.T. Press, Cambridge, Mass., 1972).

WEYL H., *Philosophy of Mathematics and Natural Science* (Princeton University Press, 1949).

WHITEHEAD A.N., *The Interpretation of Science, Selected Essays,* editat de A.H. Johnson (Bobbs-Merrill, Indianapolis, N.Y., 1961).

WIENER P.P., *Leibniz - Selections* (Charles Scribner`s Sons, New York, 1951).

WIGNER E.P., *Symmetries and Reflections – Scientific Essays* (M.I.T. Press, Cambridge, Mass., 1970).

WILHELM H., *Change* (Harper Torchbooks, New York, 1964).
WILHELM R., *The I Ching or Book of Changes* (Routledge & Kegan Paul, London, 1972).
WOODWARD F.L. (traducător şi editor), *Some Sayings of the Buddha according to the Pali Canon* (Oxford University Press, London, 1973).
ZIMMER H., *Myths and Symbols in Indian Art and Civilisation* (Princeton University Press, 1972).